COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUIN 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Solution d'un problème relatif à l'ellipsoïde ; par* M. LIOUVILLE.

« Dans la communication verbale que j'ai eu l'honneur de faire dernièrement à l'Académie (séance du 12 mai, *voyez* page 1386 de ce volume), j'ai dit qu'à l'aide de certaines formules auxquelles je suis arrivé, on résout sans peine pour un ellipsoïde quelconque le problème de M. Gauss relatif à la distribution sur la surface, d'une matière attractive ou répulsive, avec la condition que le *potentiel* ait en chaque point de la surface une valeur donnée. On m'a engagé depuis à entrer sur ce sujet dans quelques détails; je vais donc transcrire ici ma formule que j'emprunte, du reste, à une Note présentée il y a déjà longtemps au Bureau des Longitudes.

» Soient $d\omega$ un élément de la surface de l'ellipsoïde, et λ la densité de la distribution en ce point; désignons par Δ la distance de l'élément $d\omega$ à un autre élément quelconque $d\omega'$, pour lequel λ se change en λ'. D'après le sens que M. Gauss (après l'habile géomètre anglais G. Green) attache au mot *potentiel*, l'intégrale double

$$\int\int \frac{\lambda' d\omega'}{\Delta}$$

exprimera la valeur du potentiel pour un point de $d\omega$. Il s'agit donc de déterminer λ de telle sorte qu'on ait

$$\iint \frac{\lambda' d\omega'}{\Delta} = Q,$$

Q étant une fonction donnée à volonté pour chaque élément $d\omega$.

» Bien qu'on puisse se passer, si l'on veut, des *coordonnées elliptiques* de M. Lamé, nous nous en servirons pour donner une forme plus nette et plus précise à la solution. Cela nous permettra d'ailleurs d'abréger cet article en adoptant tout d'abord les notations dont notre confrère a fait usage dans son Mémoire : *Sur l'équilibre des températures dans un ellipsoïde à trois axes inégaux* [*]. Mais aux fonctions E, E_1, E_2, que M. Lamé considère, et qui dépendent respectivement des trois variables ρ, ρ_1, ρ_2, nous ajouterons une quatrième fonction S, qui dépendra, comme E, de ρ seulement, et satisfera à la même équation différentielle que E ; en voici l'expression :

$$S = (2n+1)E \int_\rho^\infty \frac{d\rho}{E^2 \sqrt{(\rho^2 - b^2)(\rho^2 - c^2)}}.$$

De plus, nous représenterons par l le quotient obtenu en divisant par le produit $\rho\sqrt{\rho^2 - b^2}\sqrt{\rho^2 - c^2}$ des trois demi-axes de l'ellipsoïde qui nous occupe, la perpendiculaire abaissée du centre de cet ellipsoïde sur le plan tangent correspondant à l'élément $d\omega$. Cela posé, je trouve

$$\lambda = \frac{l}{4\pi} \sum \frac{(2n+1) E_1 E_2 \iint l Q E_1 E_2 \, d\omega}{ES \iint l E_1^2 E_2^2 \, d\omega},$$

le signe $\sum$ s'étendant à tous les couples E, E_1, E_2, S, c'est-à-dire aux valeurs successives 0, 1, 2, 3,..., de n, ainsi qu'aux valeurs de B qui répondent à chaque entier n. On peut mettre cette valeur de λ sous une autre forme en faisant intervenir le développement de Q suivant les produits $E_1 E_2$; soit

$$Q = \sum A E_1 E_2 ;$$

---

[*] *Journal de Mathématiques*, tome IV, page 126. Ajoutons toutefois que ces notations ne paraissent pas devoir être conservées ; ainsi au lieu de ρ, ρ_1, ρ_2, E, E_1, E_2, je proposerais d'écrire respectivement ρ, μ, ν, R, M, N, réservant les indices pour distinguer entre elles les diverses fonctions R, ou les diverses fonctions M ou N.

on aura

$$\lambda = \frac{l}{4\pi}\sum \frac{(2n+1)\,\mathrm{A}\,\mathrm{E}_1\,\mathrm{E}_2}{\mathrm{E}\,\mathrm{S}}.$$

Telle est la fonction λ pour laquelle

$$\int\int \frac{\lambda' d\omega'}{\Delta} = \mathrm{Q}.$$

» Si l'on prend en particulier $Q = E_1 E_2$, et qu'on marque d'un accent les quantités qui se rapportent à l'élément $d\omega'$, il vient simplement

$$\int\int \frac{l' \mathrm{E}'_1\, \mathrm{E}'_2\, d\omega'}{\Delta} = \frac{4\pi \mathrm{E}\,\mathrm{S}\,\mathrm{E}_1\,\mathrm{E}_2}{2n+1},$$

formule élégante et très-digne de l'attention des géomètres. Dans cette formule, Δ désigne la distance d'un point de l'élément $d\omega'$ à un autre point situé sur le même ellipsoïde

$$\frac{x^2}{\rho^2} + \frac{y^2}{\rho^2 - b^2} + \frac{z^2}{\rho^2 - c^2} = 1.$$

Mais, s'il s'agissait de deux points $(\rho', \rho'_1, \rho'_2)$, (ρ, ρ_1, ρ_2), dont le premier appartiendrait encore à $d\omega'$, mais qui seraient (à cause de ρ différent de ρ') situés sur deux ellipsoïdes homofocaux différents, on aurait

$$\int\int \frac{l' \mathrm{E}'_1 \mathrm{E}'_2 d\omega'}{\Delta} = \frac{4\pi \mathrm{E}'\mathrm{S}\,\mathrm{E}_1\,\mathrm{E}_2}{2n+1}, \quad \text{pour} \quad \rho > \rho',$$

et

$$\int\int \frac{l' \mathrm{E}'_1 \mathrm{E}'_2 d\omega'}{\Delta} = \frac{4\pi \mathrm{E}\mathrm{S}'\mathrm{E}_1\,\mathrm{E}_2}{2n+1}, \quad \text{pour} \quad \rho < \rho'.$$

» Les démonstrations de ces divers résultats sont on ne peut plus simples. Ajoutons que le produit $E_1 E_2$ (ou si l'on veut $lE_1 E_2$) jouit de propriétés fort curieuses dont plusieurs se rapportent à des *maxima* et *minima*. Au reste, ces propriétés ne sont pas bornées à l'ellipsoïde, et encore moins tiennent-elles aux coordonnées que nous venons d'employer; elles s'étendent à des surfaces quelconques. On les déduit de la considération de certaines fonctions ζ ou ζ' relatives aux éléments $d\omega$ ou $d\omega'$ de la surface dont on s'occupe. En désignant par l ou l' la densité de la distribution d'une couche électrique en équilibre sur la surface, de telle sorte que Δ étant la distance de $d\omega$ à $d\omega'$,

on ait

$$\int\int \frac{l' d\omega'}{\Delta} = \text{constante},$$

les fonctions ζ, dont nous parlons, sont définies par des équations de la forme

$$\int\int \frac{l' \zeta' d\omega'}{\Delta} = m\zeta,$$

m étant une constante qui change lorsqu'on passe d'une des fonctions ζ à une autre.

» D'après l'étude que j'en ai faite, je n'hésite pas à regarder les fonctions ζ comme étant de la plus haute importance en analyse. Mais ce n'est pas incidemment qu'il convient de traiter ce sujet difficile. Je me propose d'y revenir bientôt dans une communication spéciale. »

ASTRONOMIE. — *Mémoire sur des formules et des théorèmes remarquables, qui permettent de calculer très-facilement les perturbations planétaires dont l'ordre est très-élevé; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Les principes généraux que j'ai posés dans de précédents articles, et surtout dans le Mémoire du 17 mars de cette année, fournissent, quand on les applique à l'astronomie, des résultats qui paraissent mériter l'attention des géomètres. Ces résultats seront l'objet spécial du présent Mémoire et de quelques autres que je me propose d'offrir plus tard à l'Académie. Les formules auxquelles je suis parvenu sont très-simples, et par cela même, très-propres au calcul des perturbations planétaires. Pour donner une idée des avantages que peut offrir leur emploi dans les calculs astronomiques, je vais énoncer ici deux théorèmes remarquables qui se déduisent immédiatement de ces formules.

» Considérons le système de deux planètes m, m', et la fonction perturbatrice relative à ce système, ou plutôt la partie R de cette fonction qui est réciproquement proportionnelle à la distance des deux planètes. On calculera aisément les perturbations périodiques de la planète m, si l'on a d'abord développé la fonction R suivant les puissances entières des exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments les anomalies moyennes, ou même les anomalies excentriques, le développement qu'on obtient dans le premier cas pouvant aisément se déduire de celui qu'on obtiendrait dans le second, à l'aide des transcendantes de M. Bessel. Cherchons, en particulier, le premier

développement, et concevons qu'il s'agisse d'obtenir un terme correspondant à des perturbations d'un ordre élevé, c'est-à-dire un terme correspondant à des puissances très-élevées des deux exponentielles. Ce terme sera évidemment connu, si l'on en connaît une valeur particulière correspondante à des valeurs particulières données des deux anomalies moyennes. Or on obtiendra sans peine une telle valeur en opérant comme il suit.

» Construisons une *surface auxiliaire* qui ait pour abscisses rectangulaires les deux anomalies moyennes, et pour ordonnée z le carré de leur distance mutuelle. Supposons, d'ailleurs, qu'après avoir mené un plan tangent à cette surface par un point donné P, on cherche, sur le plan tangent, un autre point S qui ait pour abscisses les deux abscisses du point P augmentées de deux nombres entiers n' et n. Par la droite PS faisons passer un plan normal à la surface, projetons sur l'axe des z le rayon de courbure de la section normale ainsi obtenue, et concevons que la moitié de la projection algébrique de ce rayon de courbure soit substituée, dans la fonction perturbatrice, au carré de la distance mutuelle des deux planètes. Enfin, multiplions le résultat ainsi trouvé par le rapport de la distance des deux points P et S à la circonférence dont le rayon est l'unité. Le produit auquel on parviendra sera une nouvelle fonction des anomalies moyennes, que nous appellerons *la fonction auxiliaire* et qui renfermera, outre ces anomalies, les deux nombres entiers n', n. Cela posé, on peut énoncer la proposition suivante :

» 1er *Théorème*. Concevons que l'on développe la fonction perturbatrice relative au système de deux planètes m, m', ou plutôt la partie de cette fonction qui est réciproquement proportionnelle à leur distance mutuelle, en une série ordonnée suivant les puissances entières de deux variables x, x' représentées par les exponentielles trigonométriques qui ont pour arguments les anomalies moyennes. Cherchons d'ailleurs, dans le développement ainsi formé, un terme proportionnel à des puissances très-élevées, l'une négative, l'autre positive, de ces deux variables, les exposants des deux puissances étant, aux signes près, n et n'. Le terme dont il s'agit deviendra sensiblement égal à la fonction auxiliaire, pour un système particulier de valeurs imaginaires des deux variables x, x', savoir, pour des valeurs imaginaires qui, en réduisant à zéro la distance mutuelle de deux planètes, réduiront le module du rapport qu'on obtient en divisant l'unité par le produit des deux puissances, à un module principal.

» Il est bon d'observer que l'expression analytique de la fonction auxiliaire peut être présentée sous une forme très-simple. En effet, pour obtenir cette

fonction auxiliaire, il suffit de diviser par la circonférence dont le rayon est l'unité le résultat qu'on obtient lorsque dans la fonction perturbatrice on substitue, au carré de la distance mutuelle des deux planètes, la moitié de la différentielle seconde de ce même carré, différentié deux fois de suite par rapport aux anomalies moyennes, après avoir remplacé, dans cette différentielle seconde, les différentielles des anomalies moyennes des planètes m et m', par les nombres entiers n' et n.

» Ajoutons que l'on peut, sans inconvénient, remplacer tout à la fois dans la construction de la surface auxiliaire, dans la fonction auxiliaire et dans le théorème énoncé, les anomalies moyennes des deux planètes par leurs anomalies excentriques.

» Comme l'ont remarqué les géomètres, les termes qu'il importe surtout de calculer, parce qu'ils peuvent fournir des perturbations sensibles, sont ceux qui répondent au cas où les nombres entiers n, n' sont à très-peu près en raison inverse des moyens mouvements des deux planètes. En supposant cette condition remplie, on obtient, outre le premier théorème, un second théorème qui paraît digne de remarque et dont voici l'énoncé :

» 2[e] *Théorème.* Les mêmes choses étant posées que dans le 1[er] théorème, cherchons dans le développement de la fonction perturbatrice, un terme dans lequel les exposants n, n' soient à très-peu près en raison inverse des moyens mouvements μ, μ' des deux planètes. Alors, pour obtenir la fonction auxiliaire, il suffira de multiplier le rapport de μ à n' par le rapport du rayon à la circonférence, et par la valeur que prend la fonction perturbatrice quand on y remplace le carré de la distance des deux planètes par la moitié de la dérivée seconde de ce carré différentié deux fois de suite par rapport au temps.

» On peut observer que, dans ce dernier cas, les équations simultanées desquelles on doit tirer les valeurs imaginaires des anomalies moyennes, se réduisent, à très-peu près, aux deux équations qu'on obtient quand on égale à zéro la distance mutuelle des deux planètes, et la dérivée première de cette distance différentiée par rapport au temps.

» Les propositions que je viens d'énoncer réduisent, comme on le voit, le calcul des perturbations d'un ordre élevé à la résolution d'équations simultanées qui doivent être vérifiées par des valeurs imaginaires des variables. Il importait donc d'obtenir un moyen facile de calculer les racines imaginaires de plusieurs équations simultanées. J'ai été assez heureux pour trouver une méthode générale et rigoureuse qui permet d'évaluer immédiate-

ment ces racines, en réduisant leur recherche à la résolution d'équations simultanées du premier degré. Cette méthode sera indiquée succinctement dans le dernier paragraphe du présent Mémoire.

ANALYSE.

§ I[er]. — *Sur le développement de la fonction perturbatrice.*

» Soient, au bout du temps t,

v la distance de deux planètes m, m';

T, T' leurs anomalies moyennes;

ψ, ψ' leurs anomalies excentriques.

» La fonction perturbatrice, relative à la planète m, offrira un terme proportionnel à $\frac{1}{v}$. On pourra d'ailleurs développer ce terme suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}},$$

ou bien encore suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{\psi'\sqrt{-1}};$$

et, si l'on nomme

$$\mathrm{A}_{n',n} \quad \text{ou} \quad \mathcal{A}_{n',n}$$

le coefficient de

$$e^{(n'T'+nT)\sqrt{-1}} \quad \text{ou de} \quad e^{(n'\psi'+n\psi)\sqrt{-1}}$$

dans le développement de $\frac{1}{v}$, on aura, d'une part,

$$(1) \qquad \frac{1}{v} = \Sigma\Sigma\,\mathrm{A}_{n',n}\,e^{(n'T'+nT)\sqrt{-1}},$$

d'autre part,

$$(2) \qquad \frac{1}{v} = \Sigma\Sigma\,\mathcal{A}_{n',n}\,e^{(n'\psi'+n\psi)\sqrt{-1}},$$

les sommes qu'indiquent les signes Σ s'étendant à toutes les valeurs entières positives, nulles et négatives de n et de n'.

» Ajoutons que, sans altérer les formules (1) et (2), on pourra évidemment

y changer le signe de n ou de n'. On pourra donc aux équations (1) et (2) substituer les suivantes:

$$(3)\qquad \frac{1}{r} = \Sigma\Sigma\, A_{n',-n}\, e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}},$$

$$(4)\qquad \frac{1}{v} = \Sigma\Sigma\, \mathcal{A}_{n',-n}\, e^{(n'\psi'-n\psi)\sqrt{-1}},$$

les sommes qu'indiquent les signes Σ s'étendant toujours à toutes les valeurs entières positives, nulles et négatives de n et de n'.

» Faisons maintenant, pour abréger,

$$\mathcal{R} = r^2,$$

et

$$x = e^{T\sqrt{-1}}, \quad x' = e^{T'\sqrt{-1}}.$$

On aura, en conséquence,

$$(5)\qquad \frac{1}{r} = \mathcal{R}^{-\frac{1}{2}},$$

et la formule (3) donnera simplement

$$(6)\qquad \frac{1}{v} = \Sigma\Sigma\, A_{n',\,-n}\, x^{-n} x'^{n'}.$$

Supposons d'ailleurs que, n, n' étant positifs, on attribue à x, x' des valeurs imaginaires qui, en réduisant la distance r à zéro, et par suite x' à une fonction de x, réduisent le module du rapport

$$\frac{1}{x^{-n} x'^{n'}} = x^n x'^{-n'}$$

à un module principal minimum. Les valeurs imaginaires correspondantes des anomalies moyennes T, T' vérifieront les deux équations simultanées

$$(7)\qquad \mathcal{R} = 0, \quad n' D_T \mathcal{R} + n D_{T'} \mathcal{R} = 0;$$

et en attribuant à T, T' ces mêmes valeurs, puis à n et n' des valeurs positives très-considérables, on déduira aisément des principes établis dans la séance du 17 mars dernier une valeur très-approchée du terme qui, dans le

développement de $\frac{1}{v}$, est proportionnel à l'exponentielle

$$e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}},$$

ou, ce qui revient au même, au produit

$$x^{-n}x'^{n'}.$$

On trouvera ainsi

$$(8)\qquad A_{n',-n}\,e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}} = \frac{1+\alpha}{2\pi}\left(\frac{n'^2 D_T^2 \mathfrak{R} + 2nn' D_T D_{T'} \mathfrak{R} + n^2 D_{T'}^2 \mathfrak{R}}{2}\right)^{-\frac{1}{2}},$$

α étant infiniment petit pour des valeurs infiniment grandes de n et de n'.

» Si, au contraire, on assigne à ψ, ψ' des valeurs imaginaires qui, en réduisant v à zéro, réduisent le module de l'exponentielle

$$e^{(n\psi - n'\psi')\sqrt{-1}},$$

considérée comme fonction des variables $e^{\psi\sqrt{-1}}$, $e^{\psi'\sqrt{-1}}$, à un module principal minimum, ces valeurs imaginaires vérifieront les équations simultanées

$$(9)\qquad \mathfrak{R} = 0,\quad n' D_\psi \mathfrak{R} + n D_{\psi'} \mathfrak{R} = 0;$$

et, en attribuant à ψ, ψ' ces mêmes valeurs, puis à n et à n' des valeurs positives très-considérables, on trouvera

$$(10)\qquad \mathcal{A}_{n',-n}\,e^{(n'\psi'-n\psi)\sqrt{-1}} = \frac{1+\alpha}{2\pi}\left(\frac{n'^2 D_\psi^2 \mathfrak{R} + 2nn' D_\psi D_{\psi'} \mathfrak{R} + n^2 D_{\psi'}^2 \mathfrak{R}}{2}\right)^{-\frac{1}{2}},$$

α étant infiniment petit pour des valeurs infiniment grandes de n et de n'.

» Il est bon d'observer que, si l'on nomme ε, ε' les excentricités des orbites décrites par les planètes m, m', on aura

$$T = \psi - \varepsilon \sin\psi,\quad T' = \psi' - \varepsilon' \sin\psi',$$

et, par suite,

$$e^{-nT\sqrt{-1}} = e^{-n\psi\sqrt{-1}}\,e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}},\quad e^{n'T'\sqrt{-1}} = e^{n'\psi'\sqrt{-1}}\,e^{-n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1}}.$$

Lorsque, n, n' étant de grands nombres, les excentricités ε, ε' sont assez

petites pour que les produits

$$n\varepsilon, \quad n'\varepsilon'$$

n'aient pas des valeurs considérables, on peut en dire autant des deux exponentielles

$$e^{n\varepsilon \sin\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{-n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1}},$$

qui offrent des arguments proportionnels à ces produits; et alors une valeur très-approchée de $A_{n',-n}$ peut se déduire de la formule (10) jointe à la suivante,

$$(11) \quad A_{n',-n}\, e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}} = \mathcal{A}_{n',-n}\, e^{(n'\psi'-n\psi)\sqrt{-1}}(1-\varepsilon\cos\psi)(1-\varepsilon\cos\psi').$$

» Les valeurs de $A_{n',-n}$ auxquelles correspondent des perturbations sensibles des planètes m et m', sont principalement celles qu'on obtient dans le cas où le rapport des nombres entiers n, n' est à très-peu près égal, non pas au rapport direct des moyens mouvements μ et μ' des deux planètes, mais au rapport inverse, en sorte qu'on ait sensiblement

$$(12) \qquad \frac{n'}{n} = \frac{\mu}{\mu'}.$$

Or, comme on a rigoureusement

$$(13) \qquad \mu\, D_T \mathcal{R} + \mu' D'_{T'} \mathcal{R} = D_t \mathcal{R},$$

et

$$(14) \qquad \mu D_T^2 \mathcal{R} + 2\mu\mu' D_T D_{T'} \mathcal{R} + \mu'^2 D_{T'}^2 \mathcal{R} = D_t^2 \mathcal{R},$$

il est clair que, dans le cas dont il s'agit, on pourra remplacer la formule (8) par la suivante,

$$(15) \qquad A_{n',-n}\, e^{(n'T'-nT)\sqrt{-1}} = \frac{1+\alpha}{2\pi}\frac{\mu}{n'}\left(\frac{1}{2}D_t^2 \mathcal{R}\right)^{-\frac{1}{2}},$$

α étant toujours infiniment petit pour des valeurs infiniment grandes de n et de n'.

» Ajoutons que, dans le même cas, les valeurs imaginaires de T, T', tirées des équations (7), seront très-voisines des valeurs T, T' déterminées par les

formules

$$(16) \qquad \mathfrak{R} = 0, \quad D_t \mathfrak{R} = 0.$$

Néanmoins, on ne pourra pas toujours les substituer les unes aux autres, quand il s'agira d'évaluer les produits

$$nT, \quad n'T',$$

et de fixer par suite la valeur de l'exponentielle

$$e^{(n'T' - nT)\sqrt{-1}}.$$

En effet, pour obtenir une valeur très-approchée du produit nT par exemple, il est nécessaire de conserver, dans T, les quantités de l'ordre du rapport $\frac{1}{n}$.

» Il est aisé de s'assurer que le premier membre de chacune des équations (7), (9) se réduit à une fonction algébrique et rationnelle des deux exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{\psi'\sqrt{-1}}.$$

Par suite, la résolution des deux équations (7) ou des deux équations (9) peut être réduite à la résolution d'une seule équation dont le premier membre soit une fonction entière d'une seule de ces exponentielles.

» Remarquons encore que la résolution des équations (7) fournira généralement non pas un seul système, mais plusieurs systèmes de valeurs imaginaires des exponentielles

$$x = e^{T\sqrt{-1}}, \quad x' = e^{T'\sqrt{-1}}.$$

D'ailleurs ces systèmes seront conjugués deux à deux, de telle sorte que, dans le passage de l'un de ces systèmes au système conjugué, chacune des expressions imaginaires x, x' conserve le même argument, en prenant un module inverse; et, pour éviter des calculs inutiles, il conviendra de se borner à rechercher celui de ces systèmes qui, étant substitué dans la formule (8), fournira la valeur approchée de $A_{n',-n}$. Or, en vertu des principes exposés dans la séance du 17 mars, la fonction $\mathfrak{R}$ devra évidemment rester continue, tandis que les modules des expressions imaginaires

$$x = e^{T\sqrt{-1}}, \quad x' = e^{T'\sqrt{-1}},$$

primitivement égaux à l'unité, varieront et se rapprocheront indéfiniment des modules des valeurs de x, x', déterminées par les équations (7). Il en résulte que, parmi les différentes valeurs de x, x' propres à vérifier ces équations, on devra chercher seulement celles qui offriront les modules les plus voisins de l'unité. Deux systèmes conjugués de valeurs de x, x' satisferont à cette dernière condition; et un seul de ces deux systèmes, savoir, celui que fournira pour le produit

$$x^n x'^{-n'},$$

un module inférieur à l'unité, offrira les valeurs de x et de x', ou plutôt de T et de T', qui devront être substituées dans la formule (8).

» Observons d'ailleurs, 1° que le module de x ou de x' se rapprochera de l'unité, lorsque dans T ou dans T' le coefficient de $\sqrt{-1}$ se rapprochera de zéro; 2° que le module du produit

$$x^n x'^{-n'}$$

sera inférieur à l'unité, lorsque dans la différence

$$nT - n'T'$$

le coefficient de $\sqrt{-1}$ sera positif.

§ II. — *Sur la résolution des équations simultanées.*

» L'emploi des formules générales que nous avons établies dans le paragraphe précédent exige la résolution d'équations simultanées, par exemple la détermination de valeurs imaginaires de T, T' propres à vérifier les équations (7). D'ailleurs, en vertu des remarques faites à la fin de ce paragraphe, on devra résoudre ces équations de manière que les modules des exponentielles

$$x = e^{T\sqrt{-1}}, \quad x' = e^{T'\sqrt{-1}}$$

se rapprochent le plus possible de l'unité, et que le produit $x^n x'^{-n'}$ offre un module inférieur à l'unité. Enfin, en négligeant dans un premier calcul certaines quantités, par exemple les excentricités des deux orbites, ou l'une des excentricités et l'inclinaison, lorsque ces quantités sont très-petites, on peut obtenir facilement des valeurs approchées des variables x, x' assujetties à vérifier les équations (7). On pourra ensuite achever la détermination des ra-

cines cherchées à l'aide d'une méthode générale qui fournit la résolution d'un système quelconque d'équations algébriques ou transcendantes, et que je vais indiquer en peu de mots.

» Soient

$$u, \; v, \; w, \ldots$$

n fonctions de n variables

$$x, \; y, \; z, \ldots;$$

et supposons que ces fonctions restent continues, du moins pour des modules de $x, y, z, \ldots$ compris entre certaines limites. Soient encore

$$\mathrm{u}, \; \mathrm{v}, \; \mathrm{w}, \ldots$$

les valeurs particulières de $u, v, w, \ldots$ correspondantes à certaines valeurs réelles ou imaginaires

$$\mathrm{x}, \; \mathrm{y}, \; \mathrm{z}, \ldots$$

des variables $x, y, z, \ldots$, les modules de $\mathrm{x}, \mathrm{y}, \mathrm{z}, \ldots$ étant renfermés entre les limites dont il s'agit, et nommons

$$\Delta\mathrm{u}, \; \Delta\mathrm{v}, \; \Delta\mathrm{w}, \ldots$$

les accroissements de $\mathrm{u}, \mathrm{v}, \mathrm{w}, \ldots$ correspondants à certains accroissements

$$\Delta\mathrm{x}, \; \Delta\mathrm{y}, \; \Delta\mathrm{z}, \ldots$$

de $\mathrm{x}, \mathrm{y}, \mathrm{z}, \ldots$. Enfin, désignons par

$$\mathrm{u}_1, \; \mathrm{v}_1, \; \mathrm{w}_1, \ldots,$$

par

$$\mathrm{u}_2, \; \mathrm{v}_2, \; \mathrm{w}_2, \ldots,$$

puis par

$$\mathrm{u}_3, \; \mathrm{v}_3, \; \mathrm{w}_3, \ldots,$$

etc..., des fonctions entières de $\Delta\mathrm{x}, \Delta\mathrm{y}, \Delta\mathrm{z}, \ldots$ qui soient respectivement du premier, du second, du troisième degré, et qui représentent les termes des divers ordres dans les développements de $\Delta\mathrm{u}, \Delta\mathrm{v}, \Delta\mathrm{w}, \ldots$ fournis par la série de Taylor, en sorte qu'on ait, par exemple,

$$(1) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{u}_1 = D_x\mathrm{u}\,\Delta\mathrm{x} + D_y\mathrm{u}\,\Delta\mathrm{y} + \ldots, \\ \mathrm{v}_1 = D_x\mathrm{v}\,\Delta\mathrm{x} + D_y\mathrm{v}\,\Delta\mathrm{y} + \ldots, \\ \quad \text{etc.} \end{array} \right.$$

Alors, pour de très-petits modules des accroissements Δx, Δy, $\Delta z, \ldots$, on aura rigoureusement

$$(2) \qquad \begin{cases} \Delta u = u_1 + u_2 + u_3 + \ldots, \\ \Delta v = v_1 + v_2 + v_3 + \ldots, \\ \quad \text{etc.}, \end{cases}$$

et, à très-peu près,

$$(3) \qquad \Delta u = u_1, \quad \Delta v = v_1, \ldots.$$

Cela posé, concevons qu'il s'agisse de trouver des valeurs de $x, y, z, \ldots$ propres à résoudre les équations simultanées

$$(4) \qquad u = 0, \quad v = 0, \quad w = 0, \ldots.$$

S'il existe de telles valeurs qui diffèrent peu de $x, y, z, \ldots$, on devra les obtenir en attribuant à $x, y, z, \ldots$ certains accroissements Δx, Δy, $\Delta z, \ldots$, choisis de manière à vérifier rigoureusement les équations

$$(5) \qquad u + \Delta u = 0, \quad v + \Delta v = 0, \quad w + \Delta w = 0, \ldots,$$

et, approximativement, eu égard aux formules (3), les équations

$$(6) \qquad u + u_1 = 0, \quad v + v_1 = 0, \quad w + w_1 = 0, \ldots.$$

Ces dernières équations seront du premier degré par rapport aux accroissements

$$\Delta x, \quad \Delta y, \quad \Delta z, \ldots.$$

Nommons

$$\xi, \quad \eta, \quad \zeta, \ldots$$

les valeurs qu'elles fournissent pour ces mêmes accroissements. Si, en posant

$$(7) \qquad x = x + \xi, \quad y = y + \eta, \quad z = z + \zeta, \ldots,$$

on obtient pour

$$u + \Delta u, \quad v + \Delta v, \quad w + \Delta w, \ldots,$$

des expressions dont les modules soient inférieurs à ceux de $u, v, w, \ldots$; alors,

en passant des valeurs de x, y, z,..., représentées par x, y, z,..., aux nouvelles valeurs représentées par $x + \xi$, $y + \eta$, $z + \zeta$,..., on aura fait un pas vers la résolution des équations (4). Dans le cas contraire, on devra aux valeurs

$$x + \xi, \quad y + \eta, \quad z + \zeta, \ldots$$

substituer des valeurs de la forme

$$x + \theta x, \quad y + \theta y, \quad z + \theta z, \ldots,$$

θ désignant un nombre inférieur à l'unité, et réduire successivement le facteur θ aux divers termes de la progression géométrique

$$\frac{1}{2}, \quad \frac{1}{4}, \quad \frac{1}{8}, \ldots,$$

jusqu'à ce qu'aux valeurs de x, y, z,..., représentées par

$$x + \theta\xi, \quad y + \theta\eta, \quad z + \theta\zeta, \ldots,$$

correspondent des modules de

$$u + \Delta u, \quad v + \Delta v, \quad w + \Delta w, \ldots,$$

respectivement inférieurs aux modules de

$$u, \quad v, \quad w, \ldots.$$

Or, c'est ce qui finira nécessairement par arriver; car, puisqu'en posant

$$\Delta x = \xi, \quad \Delta y = \eta, \quad \Delta z = \zeta, \ldots,$$

on aura, en vertu des formules (6),

(8) $$u_1 = -u, \quad v_1 = -v, \quad w_1 = -w, \ldots;$$

et, par suite,

(9) $$\begin{cases} \xi D_x u + \eta D_y u + \ldots = -u, \\ \xi D_x v + \eta D_y v + \ldots = -v, \end{cases}$$

il est clair qu'en posant

(10) $$\Delta x = \theta\xi, \quad \Delta y = \theta\eta, \quad \Delta z = \theta\zeta, \ldots,$$

on tirera des formules (1)

$$(11) \qquad u_1 = -\theta u, \quad v_1 = -\theta v, \ldots$$

Or, en vertu de ces dernières équations, jointes aux formules (5), on aura

$$(12) \qquad \begin{cases} u + \Delta u = (1-\theta)\,u + u_2 + u_3 + \ldots, \\ v + \Delta v = (1-\theta)\,v + v_2 + v_3 + \ldots, \\ \quad + \text{ etc.}\ldots; \end{cases}$$

et comme, eu égard aux équations (10),

$$u_2, \quad v_2, \quad w_2, \ldots$$

seront proportionnels à θ^2,

$$u_3, \quad v_3, \quad w_3, \ldots$$

proportionnels à θ^3, etc..., on conclura des formules (12) que, pour de très-petites valeurs positives de θ, le module de $u + \Delta u$ deviendra inférieur à celui de u, le module de $v + \Delta v$ inférieur à celui de v,....

» En résumé, quelles que soient les valeurs de x, y, z,..., représentées par x, y, z,..., on pourra modifier ces valeurs par une première opération, de manière à faire décroître le module du premier membre de chacune des équations (4). Une seconde opération, semblable à la première, fera décroître encore les mêmes modules; et, ce décroissement n'ayant pas de terme, du moins tant que les fonctions proposées ne cessent pas d'être continues, on finira par résoudre ainsi les équations (4).

» Lorsque les équations proposées se réduisent à une seule, les équations (6) ou (9) se réduisent à la seule formule

$$(13) \qquad \xi D_x u = -u,$$

de laquelle on tire

$$(14) \qquad \xi = -\frac{u}{D_x u}.$$

Cette dernière équation n'est autre que la formule donnée par Newton comme propre à fournir des valeurs approchées successives d'une racine réelle d'une équation donnée. Alors aussi la méthode que nous avons ex-

posée s'éloigne peu de celle que Legendre a donnée pour la résolution approximative d'une seule équation, dans la dernière édition de la *Théorie des nombres*. Seulement, afin d'obtenir une règle positive de calcul, il nous a paru nécessaire de fixer avec précision les valeurs qu'il convenait d'attribuer successivement au nombre θ. L'indication de ces valeurs, omise par Legendre, vient en aide au calculateur embarrassé de savoir comment il devait opérer pour passer, sans beaucoup de peine, d'une première à une seconde valeur approchée de la racine x.

» La marche indiquée ne pourrait plus être suivie si, parmi les valeurs de

$$\mathrm{u}_1,\quad \mathrm{v}_1,\quad \mathrm{w}_1,\ldots,$$

déterminées par les équations (1), une ou plusieurs devenaient identiquement nulles, indépendamment des valeurs attribuées à

$$\Delta\mathrm{x},\quad \Delta\mathrm{y},\ldots$$

Alors, toutefois, on pourrait encore modifier la méthode de manière à obtenir la résolution des équations (4). Supposons, pour fixer les idées, que, le nombre des variables $x, y, \ldots$ étant réduit à deux, une ou plusieurs des expressions

$$\mathrm{u}_1, \mathrm{u}_2, \ldots,$$

et même une ou plusieurs des expressions

$$\mathrm{v}_1, \mathrm{v}_2, \ldots,$$

deviennent identiquement nulles, u_l étant dans la suite $\mathrm{u}_1, \mathrm{u}_2, \ldots$, et v_m dans la suite $\mathrm{v}_1, \mathrm{v}_2, \ldots$, les premiers termes qui ne se réduisent pas identiquement à zéro. Alors, pour déterminer les valeurs de Δx, Δy ci-dessus représentées par ξ et η, on devra recourir non plus aux équations

$$\mathrm{u} + \mathrm{u}_1 = 0,\quad \mathrm{v} + \mathrm{v}_1 = 0,$$

mais aux deux suivantes

$$(15)\qquad \mathrm{u} + \mathrm{u}_l = 0,\quad \mathrm{v} + \mathrm{v}_m = 0.$$

Or, la recherche des valeurs de Δx, Δy propres à vérifier simultanément les formules (15), pourra être réduite à la recherche des valeurs de $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ qui véri-

fieront la seule équation

$$\left(-\frac{u_l}{u}\right)^m = \left(-\frac{v_m}{v}\right)^l,$$

ou même la seule équation

$$(16) \qquad \left(-\frac{u_l}{u}\right)^{\frac{m}{d}} = \left(-\frac{v_m}{v}\right)^{\frac{l}{d}},$$

d étant le plus grand commun diviseur des nombres entiers l, m. Donc la résolution des deux équations simultanées

$$u = 0, \quad v = 0,$$

dépendra, dans le cas d'exception indiqué, de la résolution de la seule équation (16). On pourra d'ailleurs appliquer à cette dernière équation la méthode relative au cas où l'on considère une seule variable. Ajoutons que l'équation (16) pourra être résolue directement en termes finis, si le plus petit des nombres entiers, divisibles par l et par m, ne surpasse pas le nombre 4. »

M. **Arago** annonce qu'on a acquis, pour la bibliothèque de l'Institut, la copie que Lahire avait faite, de l'ouvrage actuellement perdu, de Desargues, sur les *Sections coniques*. Les quatre feuilles in-folio du même auteur, concernant la coupe des pierres, viennent aussi d'être découvertes et achetées. Il est permis d'espérer que les *Brouillons* relatifs à la gnomonique et à la perspective pourront être retrouvés. En tout cas, il ne sera pas impossible de les reproduire, à très-peu près.

M. Arago croit donc pouvoir demander à l'Académie, de nommer une Commission qui proposerait les moyens les plus prompts et les plus convenables de livrer au public des travaux dont Pascal, Fermat et Descartes faisaient un très-grand cas.

Cette proposition est agréée.

La Commission sera composée de MM. Arago, Élie de Beaumont, Poncelet, Sturm, Liouville, et Chasles, correspondant.

M. **Arago** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du Rapport qu'il a fait à la Chambre des Députés, au nom de la Commission chargée de l'examen du projet de loi tendant à accorder une pension annuelle et viagère à M. *Vicat*, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

RAPPORTS.

ZOOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. BLANCHARD, *relatif à l'organisation d'un parasite marin voisin des Sangsues.*

(Commissaires, MM. Valenciennes, Milne Edwards rapporteur.)

« Dans la séance du 5 mai dernier, l'Académie nous a chargés, M. Valenciennes et moi, de l'examen d'un Mémoire intitulé : *De l'organisation d'un animal nouveau appartenant au sous-embranchement des vers*, par M. E. Blanchard, aide naturaliste au Muséum.

» L'animal dont ce jeune zoologiste a étudié la structure semble, au premier abord, ne devoir offrir que peu d'intérêt; c'est une sorte de Sangsue qui habite la mer, et qui se loge sous le manteau d'un mollusque acéphale du genre Mye. Par sa forme générale, ce ver ne diffère que peu d'un parasite décrit, il y a cinquante ans, par Othon-Frederick Muller, et mentionné plus récemment par notre savant confrère M. de Blainville, comme type de la petite division générique des Malacobdelles. Si les caractères extérieurs des animaux traduisaient toujours fidèlement le mode de constitution des parties fondamentales de l'économie, il est donc probable que les observations de M. Blanchard n'auraient ajouté aucun fait important à l'histoire des Hirudinées; mais, convaincu de l'insuffisance des résultats fournis par la seule considération des formes générales, notre jeune naturaliste a voulu connaître la structure intérieure de son ver, pour la comparer à celle déjà bien connue des Sangsues ordinaires, et il est arrivé ainsi à la découverte d'un fait anatomique dont l'intérêt nous semble considérable.

» Effectivement, M. Blanchard a constaté que, chez cet animal, dont la forme extérieure est, à peu de chose près, celle d'une Sangsue, le système nerveux ne ressemble au système nerveux d'aucune Hirudinée connue. Dans les Sangsues, de même que dans toutes les Annélides ordinaires, l'appareil nerveux se compose, comme on le sait, d'une chaîne de petits ganglions occupant la ligne médiane, et accolés à la partie ventrale de la grande cavité viscérale. Dans l'animal à forme de sangsue, étudié par M. Blanchard, il n'existe rien de semblable, et c'est le long des flancs, à droite et à gauche du tube digestif, que se trouvent les centres nerveux. Vers l'extrémité antérieure du corps on voit, de chaque côté de l'œsophage, un ganglion arrondi qui peut être considéré comme le représentant d'une moitié de la masse médullaire située dans la tête des animaux articulés, et désignée

d'ordinaire sous le nom de *cerveau*. Une commissure longue et étroite unit entre eux ces ganglions, en passant au-dessus du canal digestif; mais les cordons qui partent de ces mêmes ganglions pour se diriger en arrière, ne se réunissent pas au-dessous de ce tube, et ne forment pas un collier autour de l'œsophage, comme cela a lieu chez les sangsues et chez tous les articulés; ils restent éloignés l'un de l'autre jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, et paraissent même ne pas être unis au moyen de commissures; enfin, ils ne présentent, dans la plus grande partie de leur longueur, que des vestiges de ganglions, et c'est seulement dans la partie correspondante à la ventouse anale que ces centres nerveux se montrent de nouveau d'une manière bien distincte.

» Cette disposition du système nerveux est très-remarquable et ressemble beaucoup à ce que le rapporteur avait déjà observé dans le genre Péripate; mais chez ce dernier ver, la constitution du reste de l'économie s'éloigne extrêmement de tout ce que M. Blanchard a constaté chez le parasite des Myes. On peut trouver aussi quelque analogie entre le système nerveux de ces divers animaux annelés et celui des Némertes, telle que l'a représentée M. de Quatrefages, ou celui des Linguatules, décrit par MM. Owen et Miram; mais les Péripates et l'animal étudié par M. Blanchard diffèrent encore de ceux-ci par leur forme extérieure autant que par les autres caractères tirés de leur organisation intérieure, et par conséquent, il en faut conclure que la concordance entre cette forme et la constitution de l'appareil qui préside à tous les actes de la vie animale, n'est pas aussi constante qu'on le suppose généralement.

» Tel est le principal résultat obtenu par M. Blanchard. Il a fait connaître aussi la disposition de l'appareil digestif et a signalé quelques particularités relatives aux organes de la génération; enfin, il a examiné les rapports naturels de son ver avec les autres Annelés et il propose de le considérer comme type d'un genre nouveau auquel il a donné le nom de *Xenistum*. Si le *Hirudo grossa* de Muller ressemble aux autres Hirudinées par sa structure aussi bien que par sa forme, cette division zoologique devra être adoptée; mais, s'il en était autrement, il faudrait appliquer au parasite étudié par M. Blanchard le nom générique de Malacobdelle, déjà employé par M. de Blainville pour désigner la sangsue des Myes; peut-être même trouvera-t-on que le *Xenistum Valenciennæi* et le *Hirudo grossa* ne devront pas être séparés spécifiquement. Dans une Note additionnelle à son Mémoire, M. Blanchard discute ce point et signale les différences qui existent entre le *Xenistum* et ce dernier Annélide, tel que Muller le décrit et le figure; mais dans l'état actuel de nos

connaissances relatives à l'organisation des Malacobdelles, cette question peut laisser quelque incertitude, et d'ailleurs elle n'offre à nos yeux qu'un faible intérêt; car il importe peu que le catalogue des animaux annelés compte une espèce nouvelle de plus ou de moins, et dans tous les cas, M. Blanchard aura eu le mérite de nous avoir fait connaître un mode d'organisation dont on n'avait pas encore d'exemple dans la famille des Sangsues. Vos Commissaires ont l'un et l'autre vérifié les principaux faits anatomiques signalés par l'auteur; ils en ont reconnu l'exactitude, et par conséquent ils ont l'honneur de proposer à l'Académie d'approuver les recherches de M. Blanchard et d'engager ce jeune naturaliste à profiter de la première occasion pour compléter son travail par de nouvelles observations sur l'appareil de la circulation et sur la génération du ver dont il nous a fait connaître le système nerveux. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

Rapport sur la singulière aptitude d'un enfant de six ans et demi pour le calcul.

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Liouville, Francœur, Andral, Cauchy, rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés de constater le singulier phénomène que présente un enfant de six ans et demi, le jeune Prolongeau. L'aptitude de cet enfant pour le calcul est véritablement extraordinaire. Ainsi que nous en avons acquis la certitude, en lui adressant un grand nombre de questions, il résout de tête, avec beaucoup de facilité, les problèmes qui se rattachent aux opérations ordinaires de l'arithmétique, et à la résolution des équations du premier degré.

» Les Commissaires, après avoir longtemps examiné le jeune Prolongeau, restent persuadés qu'il convient de cultiver avec discernement ses heureuses facultés, et que ceux qui seront chargés de diriger son instruction doivent éviter, pendant plusieurs années encore, de l'appliquer trop fortement à l'étude des sciences mathématiques. Ils croient qu'on fera sagement de ne pas vouloir cueillir trop tôt des fruits qui, selon toute apparence, réaliseront les espérances qu'on a conçues, si l'on a la patience d'attendre qu'ils parviennent à leur maturité.

» Au reste, les Commissaires se plaisent à exprimer hautement l'intérêt que leur a inspiré le jeune Prolongeau doué, avant l'âge de sept ans, d'une intelligence précoce, et d'une étonnante facilité pour le calcul. Ils espèrent que cet intérêt sera partagé par tous les amis des sciences. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur les étoiles filantes ; par* M. COULVIER-GRAVIER.
(Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans la deuxième partie de son Mémoire, l'auteur s'occupe des directions des étoiles filantes. Voici la distribution de 1 000 de ces météores relativement aux seize espaces angulaires dans lesquels il partage l'horizon, en allant dans le sens nord, est, sud, ouest : 74, 90, 82, 91, 114, 86, 70, 79, 63, 34, 29, 28, 33, 28, 35, 64; ce qui montre qu'il vient beaucoup plus d'étoiles de l'est que de l'ouest, et à peu près autant du nord que du sud.

» L'auteur pense que la différence entre le nombre des étoiles observées dans les deux directions est et ouest est due au double mouvement de la terre.

» Il y a des variations mensuelles assez difficiles à déterminer. En hiver, l'influence du sud est la plus grande possible; en été c'est l'influence du nord qui se fait sentir. Quant à l'influence de l'est, elle est la plus faible en été, et la plus forte au printemps et en automne.

» Les variations horaires sont plus marquées. Les directions nord sont les plus nombreuses vers minuit, et le moins le matin. Quant à l'est, il y en a le plus le matin, et le moins le soir. Du sud, il y en a le plus souvent le matin; enfin de l'ouest, il y en a le plus le soir.

» Dans la troisième partie de son Mémoire, l'auteur s'occupe d'abord des grandeurs des étoiles filantes; il nomme *globe filant* tout météore qui présente un disque sensible, et réserve le nom d'*étoiles filantes* aux météores qui ont un aspect analogue à celui des étoiles fixes et des planètes. Il les appelle de première grandeur quand elles ont l'éclat de Vénus ou de Jupiter; de deuxième grandeur, quand elles ressemblent aux étoiles fixes de première grandeur; et ainsi de suite. Sur 5302 météores, l'auteur a compté 8 globes filants et 80 étoiles filantes de première grandeur; d'où il suit que si aucun obstacle ne s'y opposait, un observateur verrait 1 globe filant par semaine, et 1 étoile filante de première grandeur par nuit de onze heures.

» En général, les étoiles filantes ont la même teinte que les étoiles fixes. Quelquefois cette couleur passe au jaune, puis au bleuâtre et au verdâtre, à mesure que le météore s'approche de l'horizon.

» Parmi tous ces météores, il y en a de rouges, qui marchent avec lenteur, qui ont une forme globuleuse, analogue à celle d'une bille de billard colorée en rouge. L'auteur pense qu'elles jouent un rôle particulier. Il en

distingue enfin d'autres qui s'éteignent au plus fort de leur éclat, comme si elles venaient à se plonger dans une masse d'eau.

» Quant aux traînées que quelques étoiles laissent derrière elles, ces traînées ne peuvent être comparées à de la fumée, mais plutôt à une pluie d'étincelles analogue à celle des fusées. La traînée commence et finit toujours avec l'étoile qui l'a produite, mais elle persiste une ou deux secondes après la disparition de cette étoile. Quelquefois l'étoile se brise en fragments, qui font suite à la traînée, et qui s'évanouissent presque aussitôt. Jamais aucune étoile n'a fait entendre de bruit, soit qu'elle reste simple, soit qu'elle produise une traînée ou qu'elle se brise en fragments.

» En général, la marche des étoiles filantes est rectiligne, ou mieux suivant un arc de grand cercle. L'auteur en a vu 15 dont la marche a été curviligne.

» A la fin de son travail, l'auteur a donné un catalogue des étoiles filantes les plus remarquables, avec l'indication des caractères qu'elles ont présentés. Avant de passer à la partie théorique, il annonce des recherches historiques sur ce sujet. »

M. Ottin lit un Mémoire ayant pour titre : *Essais de physique organique humaine et comparée,* ou *Nouveau système d'études et de recherches physico-mathématiques sur l'homme et les propriétés physiques des corps organisés.*

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Serres, Poncelet et Lamé.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Recherches sur la salicine; par* M. Piria. (Extrait.)

« Dans l'état actuel de la chimie, on peut partager les substances organiques en deux classes bien distinctes. Les unes, douées d'une grande stabilité et très-souvent volatiles, ont une composition assez simple et ressemblent aux composés binaires de la chimie minérale; les autres, fixes et douées d'une composition plus complexe, s'altèrent avec une grande facilité par l'action des réactifs : elles correspondent aux sels, ou plutôt aux sels doubles. Une différence très-essentielle qui existe entre ces deux classes de corps, et sur laquelle je désire attirer l'attention des chimistes, est celle qui découle de la manière dont ils se comportent sous l'influence des agents chimiques.

» Les corps de la première catégorie, en se décomposant, donnent tou-

jours des produits uniques et qui, par des relations très-intimes, se rattachent à la substance même qui leur a donné naissance. Les alcools, les acides acétique, benzoïque, butyrique, la benzine et presque tous les hydrogènes carbonés, la glycérine, etc., fournissent des exemples frappants de ce genre d'actions.

» Quand il s'agit, au contraire, d'une substance complexe et qui renferme des corps d'une composition plus simple en combinaison, elle donne, en se décomposant, les produits qui résultent de l'action des mêmes réactifs sur ses principes constituants. En soumettant une matière grasse à l'action décomposante des bases, des acides, des agents oxydants, de la distillation, on obtient toujours deux séries de produits dont l'une dérive de l'acide gras, l'autre de la glycérine. L'acide formo-benzoïlique, en se décomposant dans une foule de réactions, donne toujours les dérivés de l'acide formique et de l'essence d'amandes amères. En un mot, les matières d'une composition simple produisent toujours une seule série de dérivés dans leurs métamorphoses. Les matières complexes, au contraire, engendrent autant de produits différents qu'elles renferment de substances organiques simples en combinaison.

» L'étude des métamorphoses des corps organiques peut, par conséquent, nous éclairer beaucoup sur leur constitution intime, car elles sont pour les recherches de chimie organique ce que les réactions sont pour celles de chimie minérale.

» C'est par des considérations de ce genre que j'avais été conduit il y a longtemps à regarder la salicine comme une combinaison de deux matières différentes qui, en se modifiant sous l'influence des réactifs, produisent les corps nombreux qui résultent de sa décomposition. On sait, en effet, que la salicine traitée par l'acide nitrique concentré se change en acide carbazotique et en acide oxalique, par les acides dilués en salirétine et en sucre, par la potasse fondante en acide salycilique et en acide oxalique, par l'acide chromique en salycile, en acide carbonique et en acide formique. Or, le corps qui, sous l'influence des acides faibles, se change en salirétine, ne saurait en même temps produire du sucre de raisin. Celui qui, par l'action de la potasse fondante, se convertit en acide oxalique, n'est pas le même qui fournit l'acide salycilique, etc. Tout cela conduit à admettre que la salicine renferme deux principes de nature différente dont l'un produit l'acide oxalique, le sucre, les acides carbonique et formique; l'autre l'acide carbazotique, la salirétine, l'hydrure de salycile.

» Ces motifs m'ont engagé à reprendre l'étude de la salicine, dans l'es-

pour d'établir sa véritable constitution et d'éclaircir l'origine et le mode de formation des nombreux produits qui en dérivent. Les faits dont je vais rendre compte suffiront, je l'espère, pour résoudre ces questions d'une manière satisfaisante.

» En examinant de nouveau et dans toutes ses phases la métamorphose de la salicine sous l'influence des acides, je me suis bientôt aperçu que la salirétine ne dérive pas immédiatement de la décomposition de la salicine; elle est, au contraire, un produit d'altération qui résulte de l'action prolongée de l'acide libre sur une nouvelle matière qui est mise en liberté au premier abord.

» En effet, si, au lieu de faire bouillir une solution aqueuse de salicine aiguisée par de l'acide sulfurique ou chlorhydrique, on la chauffe seulement assez pour qu'elle commence à se troubler, et qu'on s'arrête dès que ce phénomène commence à se manifester, on obtient un liquide qui, étant saturé par du marbre et filtré, colore en bleu très-intense les sels de peroxyde de fer. Le corps nouvellement formé, qui est cause de cette réaction, est soluble dans l'éther et peut être enlevé, au moyen de ce liquide, à sa dissolution aqueuse. L'éther, à son tour, l'abandonne en cristaux nacrés par l'évaporation. Je donne à ce corps le nom de *saligénine,* pour rappeler son origine. . . . .

» Les faits dont se compose l'histoire de la salicine, quoique très-nombreux, ont néanmoins des relations si intimes, qu'on peut dès lors les résumer en peu de mots.

» La salicine est une combinaison naturelle du sucre de raisin et de saligénine; la saligénine, à son tour, est une matière qui s'altère très-facilement par le contact des agents chimiques. Les acides faibles la transforment en salirétine, l'acide sulfurique concentré en rutiline, l'acide nitrique en acide carbazotique, les corps oxydants en hydrure de salycile, la potasse fondante en acide salycilique.

» Quand on soumet la salicine à l'action d'un agent quelconque, deux cas peuvent se présenter : 1° si l'agent est assez énergique pour décomposer en même temps la saligénine et le sucre, on obtient les produits de l'altération de ces deux matières, comme si on opérait sur un mélange de saligénine et de sucre de raisin; 2° si, au contraire, on fait usage d'un agent faible, c'est la saligénine seulement qui se décompose et le sucre reste intact, mais il se combine avec la saligénine modifiée. Ainsi le chlore convertit la salicine, d'abord en chlorosalicine, ensuite en bichlorosalicine; enfin en perchlo-

rosalicine. Ce sont des combinaisons de sucre avec la saligénine où le chlore a remplacé 1, 2, 3 équivalents d'hydrogène.

» L'acide nitrique faible change la salicine en hélicine.

» Celle-ci résulte de la combinaison du sucre de la salicine avec l'hydrure de salycile provenant de l'oxydation de la saligénine. Quand on soumet l'hélicine à l'action du chlore ou du brome, l'hydrure de salycile qu'elle renferme se convertit en chlorure et bromure de salycile. Ces produits, en se combinant avec le sucre, donnent naissance à la chlorohélicine et à la bromohélicine.

» Enfin, toutes ces combinaisons de la saligénine ou de ses dérivés avec le sucre se décomposent rapidement au contact des acides et de la synaptase.

» On peut ranger dans quatre séries différentes tous les produits qui dérivent de la métamorphose de la salicine.

Série saligénique, comprenant la saligénine et les dérivés du même type.	Saligénine............	$C^{14} H^{8} O^{4}$
	Chlorosaligénine........	$C^{14} H^{7} Ch O^{4}$
	Bichlorosaligénine.......	$C^{14} H^{6} Ch^{2} O^{4}$
	Perchlorosaligénine.....	$C^{14} H^{5} Ch^{3} O^{4}$
Série glucosaligénique, comprenant les combinaisons du sucre de raisin ou glucose, avec les corps de la série précédente.	Saligénine............	$C^{14} H^{8} O^{4}$
	Sucre................	$C^{12} H^{10} O^{10}$
	Salicine...............	$C^{26} H^{18} O^{14}$
	Chlorosaligénine........	$C^{14} H^{7} Ch O^{4}$
	Sucre................	$C^{12} H^{10} O^{10}$
	Chlorosalicine..........	$C^{26} H^{17} Ch O^{14}$
	Bichlorosaligénine......	$C^{14} H^{6} Ch^{2} O^{4}$
	Sucre................	$C^{12} H^{10} O^{10}$
	Bichlorosalicine........	$C^{26} H^{16} Ch^{2} O^{14}$
	Perchlorosaligénine.....	$C^{14} H^{5} Ch^{3} O^{4}$
	Sucre................	$C^{12} H^{10} O^{10}$
	Perchlorosalicine.......	$C^{26} H^{15} Ch^{3} O^{14}$
Série salycilique, comprenant l'hydrure de salycile et ses dérivés.	Hydrure de salycile.....	$C^{14} H^{6} O^{4}$
	Chlorure de salycile.....	$C^{14} (H^{5} Ch) O^{4}$
	Bromure de salycile.....	$C^{14} (H^{5} Br) O^{4}$
	Acide salycilique........	$C^{14} (H^{5} O) O^{4}$
	Salycilures métalliques...	$C^{14} (H^{5} M) O^{4}$
	Nitrosalycide...........	$C^{14} H^{5} Az O^{8}$
	Salycilimide...........	$C^{42} H^{18} Az^{2} O^{6}$
	Chlorosamide..........	$C^{42} (H^{15} Ch^{3}) Az^{2} O^{6}$
	Bromosamide..........	$C^{42} (H^{15} Br^{3}) Az^{2} O^{6}$
	Salycilamide...........	$C^{14} H^{7} Az O^{4}$

Série glucosalycilique, comprenant les combinaisons du sucre avec certains composés de la série précédente.	Hydrure de salycile.	$C^{14}\,H^{6}\,O^{4}$
	Sucre	$C^{12}\,H^{10}\,O^{10}$
	Hélicine.	$C^{26}\,H^{16}\,O^{14}$
	Chlorure de salycile.	$C^{14}\,H^{5}\,Ch\,O^{4}$
	Sucre.	$C^{12}\,H^{10}\,O^{10}$
	Chlorohélicine	$C^{26}\,H^{15}\,Ch\,O^{14}$
	Bromure de salycile.	$C^{14}\,H^{5}\,Br\,O^{4}$
	Sucre.	$C^{12}\,H^{10}\,O^{10}$
	Bromohélicine	$C^{26}\,H^{15}\,Br\,O^{14}$

» Dans un prochain Mémoire, je décrirai les acides azotés qui dérivent de l'acide de l'action nitrique sur la salicine. »

CHIMIE. — *Sur le pouvoir moléculaire rotatoire de la salicine et de ses dérivés; par* M. **Bouchardat**.

« Le pouvoir moléculaire rotatoire de la salicine est de $\alpha_r = -55,832$↘. Les observations qui ont servi à établir cette détermination sont insérées dans le *Compte rendu de l'Académie des Sciences* du 19 février 1844.

» J'ai lu, le 23 septembre 1844, un Mémoire sur les fermentations benzoïque, saligénique et phorétinique; ce travail est entre les mains des Commissaires de l'Académie. Voici les passages de ce Mémoire qui se rapportent aux recherches sur le pouvoir moléculaire rotatoire des dérivés de la salicine.

» Une dissolution de salicine déviant de $-9°$↘ les rayons de la lumière polarisée fut additionnée de quelques traces de synaptase, le mélange a été abandonné pendant vingt-quatre heures à une température de 20 degrés environ, examinée dans le même tube de 500 millimètres; le sens de la rotation est changé, c'est vers la droite qu'elle s'exerce; j'ai observé $+6°$↗. Cette liqueur fut épuisée à plusieurs reprises par de l'éther sulfurique, qui abandonna par son évaporation la substance indiquée par M. Piria dans son beau travail.

» $5^{gr},7$ de saligénine furent dissous dans $94^{gr},3$ d'alcool. La dissolution, examinée dans un tube de 500 millimètres, fut trouvée inactive.

» La solution aqueuse évaporée fournit du sucre mamelonné (glucose), tournant à droite, non intervertible par les acides.

» La fermentation saligénique présente les plus grands rapports avec la fermentation benzoïque.

» La multiplication plus grande des produits obtenus dans cette dernière

tient uniquement à la présence de l'azote dans l'amygdaline; d'après cette vue, la salicine ne devrait pas être regardée comme une combinaison de glucose et de saligénine, pas plus que l'amygdaline n'est considérée comme une combinaison de glucose, d'hydrure de benzoïle, d'acide cyanhydrique et d'acide formique, et que le glucose lui-même n'est regardé comme une combinaison d'alcool et d'acide carbonique. Dans la salicine, il existe les éléments pour produire le glucose, mais ce dernier ne préexiste pas. Voici les raisons qu'on peut faire valoir en faveur de cette opinion.

» Lorsqu'on fait bouillir du glucose avec une solution alcaline, il y a une coloration brune immédiate, avec la salicine, on ne remarque rien de pareil, à moins qu'elle n'ait été influencée par la synaptase. Le réactif de Frommeherz, qui est d'une si grande sensibilité pour découvrir le glucose, n'en accuse aucune trace dans la salicine, avant l'action de la synaptase.

» Je dois ajouter encore que la saligénine étant sans action sur la lumière polarisée, que le glucose qui dérive de la salicine exerçant la rotation vers la droite, si le glucose préexistait dans cette dernière, il serait naturel de penser que la salicine devrait agir dans le même sens que ce glucose; eh bien, l'observation montre qu'il agit dans la direction opposée.

» Voici l'extrait de mon Mémoire sur les propriétés optiques de l'amygdaline, de l'acide amygdalique et des produits résultant de l'action des bases alcalines fixes sur la salicine, présenté à l'Académie des Sciences en décembre 1844, qui se rapporte à ce dernier objet.

» L'hydrure de salycile a été, comme on le sait, découvert par M. Piria en faisant agir sur la salicine le bichromate de potasse sous l'influence de l'acide sulfurique étendu; ce produit est identique, comme M. Dumas, l'a montré avec l'essence de reine des prés, et présente de grandes analogies avec l'hydrure de benzoïle.

» J'ai vu que, comme ce dernier corps, il n'exercait aucune influence sur la lumière polarisée; l'hydrure de salicine que j'ai examiné, provenait de l'oxydation de la salicine.

» L'acide salycilique a été obtenu par M. Piria en chauffant de l'hydrure de salycile avec un excès de potasse. M. Gerhardt a vu qu'on obtenait également cet acide en substituant la salicine à l'hydrure de salycile. En variant cette expérience, voici ce que j'ai observé : dans une solution de soude caustique bouillante, j'ai ajouté par portion de la salicine, qui s'y dissolvait immédiatement avec effervescence. L'acide étant saturé, il s'est déposé une substance, insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et l'éther, soluble dans les alcalis caustiques, se présentant sous l'apparence d'une résine; cette

substance est la salirétine; en distillant les liqueurs saturées, j'ai obtenu quelques traces d'hydrure de salycile. Cette expérience nous prouve qu'à l'aide des alcalis caustiques, on peut transformer la salicine en salirétine, en hydrure de salycile, en acide salycilique, produits qui avaient été obtenus soit par l'action des acides, soit par une réaction oxydante.

» La salirétine, l'acide salycilique, de même que l'hydrure de salycile et la saligénine, sont sans influence sur la lumière polarisée; jusqu'ici, je n'ai observé du dédoublement de la salicine active qu'un seul produit exerçant la rotation; c'est le glucose. »

(Ces deux communications sont renvoyées à l'examen d'une Commission composée de MM. Biot, Dumas et Regnault.)

PHYSIQUE. — *Note sur l'élasticité et sur la cohésion des différentes espèces de verre; par* MM. **E. Chevandier** *et* **G. Wertheim.** (Extrait.)

(Commissaires, MM. Arago, Babinet, Regnault.)

« On n'a encore fait que peu de recherches sur les propriétés mécaniques du verre, à cause, sans doute, du petit nombre d'applications auxquelles ces résultats auraient pu servir; nous n'avons trouvé, à cet égard, d'autres nombres que ceux qui résultent des expériences de MM. Colladon et Sturm et de Savart.

» MM. Colladon et Sturm donnent, pour le coefficient d'élasticité d'une baguette de verre de provenance inconnue, le nombre 10 000. Nous avons de même calculé les nombres résultant des expériences de Savart; ils varient de 6009 à 6055. Les différences ne sont pas moindres pour la vitesse du son dans le verre. D'après Savart, elle varie de 15,39 à 16,28; d'après Chladni, elle serait de 17.

» Mais ces auteurs ont négligé d'indiquer l'espèce de verre sur laquelle ils ont opéré, et le degré de précision du calibrage des verges qu'ils ont employées. Cette dernière considération est de la plus grande importance dans ces expériences; car nous avons constaté, dès le commencement de nos recherches, que les verges rondes et étirées, que l'on emploie ordinairement, présentent des différences suffisantes pour expliquer le désaccord des résultats cités plus haut.

» En effet, nous avons fait tirer des verges de verre à vitre et de verre à glace de 10 à 12 mètres de longueur; nous avons choisi dans ces verges les morceaux les plus réguliers de 1 à 2 mètres de longueur; dix de ces morceaux de verre à vitre nous ont donné, pour la vitesse du son, des nombres va-

riant entre 14,75 et 17,19. Six tringles pareilles en verre à glace nous ont donné de même des nombres compris entre 14,04 et 17,41.

» Pour reconnaître si ces différences étaient dues au calibrage, nous avons converti une partie de ces verges rondes en tringles carrées parfaitement régulières au moyen de machines d'une grande précision qui étaient à notre disposition. Nous sommes arrivés ainsi à des résultats qui ne varient plus entre eux, pour le verre à vitre, que de 16,58 à 16,76, et, pour le verre à glace, de 15,70 à 16,02.

» Nous devons faire observer que, pour calibrer ainsi des verges de verre, il est indispensable de les recuire préalablement, ce qui, du reste, offre cet avantage de les mettre, lorsque l'opération est faite avec soin, dans des conditions identiques relativement à la vitesse de refroidissement. Nous avons profité de cette circonstance pour reconnaître l'influence du recuit sur la densité et l'élasticité du verre.

» La méthode que nous avons employée dans ces recherches est, à peu de chose près, la même qu'a décrite précédemment l'un de nous, dans ses Mémoires sur les propriétés mécaniques des métaux et des alliages.

» Après avoir déterminé la densité de chaque verge, avant et après le recuit, nous en avons pris le nombre de vibrations longitudinales, et en avons déduit la vitesse du son et le coefficient d'élasticité, à l'aide des formules connues. Nous avons cherché ensuite à arriver à la même détermination au moyen de l'allongement produit par une certaine charge, et mesuré avec le cathétomètre. Mais la roideur du verre, la difficulté qu'on éprouve à fixer les tringles dans une position parfaitement verticale, et la petitesse de l'allongement élastique qu'elles peuvent subir, rendent ces expériences très-difficiles....

» Il y a un fait intéressant que nous avons été à même d'observer pendant l'étude des vibrations longitudinales, c'est la facilité avec laquelle se produit, dans le verre, l'octave grave du son qui appartient à la verge vibrant dans toute sa longueur. Ce son, qui est dû, suivant Savart, à la coexistence des vibrations longitudinales et transversales, se produit souvent avec une telle intensité, que les verges se rompent, même dans les parties que l'on ne touche pas, par l'effet seul des vibrations....

» Nos expériences ont porté sur vingt-six verges parfaitement dressées et calibrées, de différentes longueurs et épaisseurs, et de différentes compositions.

» Elles nous ont donné, en moyenne, les nombres suivants :

ESPÈCES DE VERRE.	DENSITÉ avant le recuit.	après le recuit.	VITESSE du son.	COEFFICIENT d'élasticité.	RÉSISTANCE à la rupture par extension.
Verre à vitre de la manufacture de Saint-Quirin..................	2,517	2,523	16,698	7917	1,763
Verre à glace de la manufacture de Cirey..................	2,454	2,467	15,899	7015	1,400
Verre à gobleterie non coloré, de la manufacture de Valérysthal..	2,446	2,450	15,805	6890	1,002
Cristal blanc et coloré de la manufacture de Baccarat..........	3,320	3,324	12,099	5477	0,665

» Voici les conclusions que nous croyons pouvoir tirer de nos expériences :

» 1°. La densité de toutes les espèces de verre augmente en moyenne de 1,0045 par l'effet du recuit. Cela pourra peut-être servir à expliquer la différence du même ordre, trouvée par M. Deville, entre la densité d'une lave vitreuse et celle du verre qui a été obtenu en la fondant ; car le refroidissement de la lave peut être regardé comme très-lent, en comparaison de celle d'une petite quantité de verre.

» 2°. Le coefficient d'élasticité augmente en même temps que la densité.

» 3°. Pour une même espèce de verre, les nombres de vibrations longitudinales sont exactement en raison inverse des longueurs.

» Cette loi, qui a été mise en doute par quelques auteurs, nous semble bien constatée par nos expériences faites sur une matière aussi homogène que le verre, et sur des verges assez longues pour donner des sons relativement graves et faciles à déterminer avec précision.

» 4°. Les allongements conduisent à des coefficients d'élasticité moindres que ceux qui résultent des vibrations.

» 5°. Il n'y a de différence ni pour la densité ni pour l'élasticité du verre, qu'il ait été étiré ou coulé, pourvu qu'il ait été recuit.

» 6°. Les différentes espèces de verre se suivent dans le même ordre qu'on les range d'après leur coefficient d'élasticité, ou d'après leur résistance à la rupture.

» On a été conduit par la pratique, et sans connaître leurs propriétés mécaniques, à choisir pour les vitres, qui ont quelquefois un certain effort à

subir, le verre le plus élastique et le plus dur, et, pour les glaces, celui qui le suit de près; tandis qu'on a adopté pour les objets de moindre dimension des verres qui possèdent ces propriétés à un degré moins élevé.

» 7°. Le plomb diminue notablement l'élasticité et la cohésion du verre; il agit donc sur les verres comme sur les alliages.

» 8°. La coloration du verre ordinaire en violet par le manganèse augmente son élasticité; au contraire, pour le cristal, la coloration en violet, en bleu et en vert par le manganèse, le cobalt et le cuivre, n'en change pas sensiblement les propriétés mécaniques. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelle observation sur l'action que la salive exerce sur les granules de fécule, à la température du corps des animaux mammifères, et sur l'état dans lequel se trouve l'amidon dans les graines céréales après leur mastication; par* M. Lassaigne.

(Commission précédemment nommée.)

» Des nouveaux faits rapportés dans ce Mémoire l'auteur conclut:

» 1°. Que l'amidon ou fécule, dans l'état d'agrégation où il existe dans les aliments qui en contiennent, n'est point altéré par la salive à la température du corps des animaux mammifères;

» 2°. Que dans l'acte de la mastication des graines céréales amylacées, l'amidon n'est point désagrégé par les dents des animaux, comme quelques physiologistes l'avaient supposé, et que, conséquemment, ce principe ne peut être transformé en dextrine dans la série des actions organiques qui précèdent la digestion stomacale et intestinale;

» 3°. Que dans le cheval, sur lequel l'expérience a été faite, la métamorphose de l'amidon en dextrine ne peut avoir lieu, non-seulement parce que dans l'avoine mâchée et déglutie, les globules d'amidon sont intacts, mais parce que, fussent-ils même déchirés et broyés par les dents molaires, la salive de cet animal ne pourrait réagir sur leur substance intérieure, ainsi que le fait la salive humaine;

» 4°. Que la salive humaine qui n'a aucune action sur l'amidon cru et en granules, à la température de + 38 degrés centigrades, agit même à la température de + 18 à + 20 degrés sur l'amidon désagrégé; qu'elle convertit en moins de douze heures son amidone partie en *dextrine*, partie en *glucose*, en conservant aux téguments déchirés qui formaient son enveloppe, la propriété de se colorer encore en bleu-violet par l'iode;

» 5°. Que chez l'homme qui se nourrit d'aliments féculents cuits ou fer-

mentés et cuits, l'amidon renfermé dans ceux-ci doit éprouver, de la part de la salive sécrétée pendant leur mastication, une partie des effets rapportés dans le paragraphe qui précède, indépendamment de l'action dissolvante que ce liquide a sur les autres principes naturellement solubles dans l'eau. »

M. B. Pavia adresse, de Locate, près de Milan, un échantillon de *valérianate de quinine*, provenant de l'établissement qu'il a formé pour la préparation de ce médicament. Il annonce qu'au moyen d'un procédé différent de celui que recommande le prince L. Lucien Bonaparte, il est parvenu à obtenir à bas prix, et dans un état de pureté parfaite, l'acide valérianique dont il fait usage pour salifier l'alcali végétal.

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Pelouze.)

M. Maison adresse la description et le modèle d'un instrument qu'il désigne sous le nom de *Trigonomètre*, instrument au moyen duquel on peut, sans calcul, effectuer par approximation diverses opérations de trigonométrie et d'arithmétique.

(Commissaires, MM. Mathieu, Francœur, Mauvais.)

M. Sardaillon soumet au jugement de l'Académie une série de *pièces d'anatomie artificielle*, destinée spécialement à l'étude des phénomènes de la gestation et de l'accouchement, et représentant toute la série des changements qu'éprouve l'utérus, depuis l'époque de la conception jusqu'au moment de la sortie du fœtus.

(Commissaires, MM. Serres, Roux, Velpeau.)

MM. Boyer et Massias envoient de Nîmes divers échantillons de *gravures*, en bois et en taille-douce, *transportées sur pierre*, au moyen d'un procédé qu'ils considèrent comme nouveau et comme plus parfait que ceux qui ont été jusqu'ici essayés.

(Commissaires, MM. Chevreul, Pelouze, Seguier.)

M. Colson, de Noyon, en adressant, pour le concours aux prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire sur l'emploi de la *suture entortillée* dans le traitement des plaies succédant à l'extirpation des tumeurs du sein et de l'aisselle, y joint, pour se conformer à la condition imposée par l'Académie aux concur-

rents, un exposé de ce qu'il considère comme devant fixer particulièrement l'attention de la Commission; il y joint, en outre, une observation nouvelle, qui doit tendre, comme celles que l'on trouve consignées dans le Mémoire imprimé, à prouver la supériorité de l'emploi de la suture entortillée, pour les cas ci-dessus indiqués, sur celui des bandelettes agglutinatives et sur le pansement à plat, qui sont les deux moyens de traitement employés en pareils cas.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Flourens** présente, au nom de l'auteur, M. **Léon Dufour**, un Mémoire imprimé ayant pour titre : *Études anatomiques et physiologiques sur les insectes diptères de la tribu des Pupipares.*

M. **Flourens** présente, également au nom des auteurs, un ouvrage de M. **Rathke** sur la *génération des Crustacés*, et un Exposé fait par M. le professeur **Rogers**, à la réunion annuelle des géologues américains (année 1844), des *travaux les plus récents concernant la géologie des États-Unis.*

M. **Liouville** présente, au nom de l'auteur, M. **Ernest Lamarle**, ingénieur des Ponts et Chaussées, et professeur à l'Université de Gand, un ouvrage intitulé : *Essai sur les principes fondamentaux de l'analyse transcendante, suivi des Éléments du calcul différentiel résumés à un point de vue purement algébrique.* Il s'exprime à peu près en ces termes : « M. Lamarle est bien connu de l'Académie par divers travaux, et en particulier par un Mémoire *sur la flexion des pièces chargées debout*, dont elle a ordonné l'insertion dans le Recueil des *Savants étrangers.* Le nouvel ouvrage qu'il donne aux géomètres a surtout pour objet, comme son titre l'indique, l'étude approfondie des premiers principes de l'analyse transcendante et de la métaphysique qui les éclaire et les domine. D'après le talent de l'auteur, élève distingué de l'École Polytechnique, on doit être assuré d'y trouver des remarques utiles pour l'enseignement, et des discussions philosophiques instructives pour les savants eux-mêmes, qui parfois négligent trop cette partie importante de la science. »

M. **Milne Edwards** fait de même hommage à l'Académie, au nom des auteurs, d'un Mémoire de M. **Owen**, sur les *Mammifères fossiles de l'Aus-*

tralie, et en général sur ceux de la période tertiaire, et d'un travail développé de M. **Costa** sur la structure de l'*Amphioxus.*

CÉRAMIQUE. — *Sur la préparation d'un jaune fusible à mêler pour la peinture sur porcelaine; par* M. **Salvetat**, attaché au laboratoire des recherches de la Manufacture royale de porcelaine de Sèvres.

« La peinture sur porcelaine diffère essentiellement de la peinture à l'huile par ses moyens et par ses méthodes. Au talent de composition et d'exécution, l'artiste doit joindre une longue expérience, une connaissance profonde des modifications que la cuisson nécessaire pour fixer son œuvre peut amener dans la nuance de quelques couleurs, surtout dans celle des couleurs d'or.

» L'harmonie est une condition importante qu'un long exercice de leur art put seul faire acquérir à Mme Jaquotot et à MM. Béranger, Georget, Robert, etc.; mais même les plus belles de leurs premières productions manquent de ce glacé uniforme qui séduit dans les travaux plus récents qu'ils exécutèrent aidés des ressources du jaune fusible dont je vais parler.

» La difficulté d'arriver à satisfaire à la première de ces conditions résulte de la réaction qu'exercent les uns sur les autres, à la température où la peinture se fixe, les différents éléments qui entrent dans la composition des couleurs, réactions qui se manifestent par des changements peu sensibles, il est vrai, pour des yeux peu exercés, mais trop réels pour échapper au véritable artiste. Le peintre qui possède son art connaît les couleurs qui peuvent se mélanger. Du reste, il est possible que la chimie parvienne un jour à augmenter encore le nombre des principes simples ou composés, assez réfractaires pour conserver, même dans les mélanges, le ton qu'ils ont avant la cuisson.

» Quant à la condition d'un glacé bien uniforme, la composition des couleurs vitrifiables semble y mettre obstacle, au moins pour les couvertes composées de pegmatite pure.

» Je dis pour les couvertes composées de pegmatite seulement; car les porcelaines de Berlin, sur lesquelles les couleurs glacent si uniformément, ont une couverte particulière, fort différente de celle de Sèvres.

» Le glacé d'une couleur dépend en grande partie de la proportion de l'oxyde relativement à celle du fondant avec lequel il est mêlé. Quand il y a assez de fondant pour que la couleur glace dans les parties minces, les parties où l'on emploie la couleur épaisse peuvent se détacher par écailles; s'il n'y a

de fondant que ce qu'il en faut pour que la couleur n'écaille plus à une certaine épaisseur, les minces restent mats et secs. Il est ensuite certains oxydes qui, comme ceux de fer, disparaissent quand ils sont mêlés à une certaine quantité de fondant.

» J'espère que l'Académie me pardonnera d'être entré dans ces détails, mais j'ai cru devoir les lui exposer, pour faire ressortir l'avantage de la couleur dont je lui présente la composition, et pour faire apprécier les services qu'elle a dû rendre à l'art de la peinture vitrifiable lorsqu'elle parut, avec toutes les qualités qui en font l'une des plus importantes et des plus difficiles à obtenir.

» En effet, cette couleur, connue à Sèvres sous le *n°* 47, *jaune pour les chairs*, doit être assez fusible pour augmenter la fusibilité de celles qui ne brillent bien qu'à une certaine épaisseur; elle doit se mélanger avec elles en leur donnant du corps et en les atténuant sans les modifier autrement que par le ton qu'elle porte elle-même; elle doit enfin être le plus pâle possible.

» C'est à la Manufacture royale de porcelaine de Sèvres, à cette grande école des arts céramiques, que M. F. Robert, très-habile peintre paysagiste, la fit pour la première fois vers 1816. En 1821, elle fut portée au nombre des couleurs composant l'assortiment de Sèvres et demandée au chimiste. Ce ne fut que plus tard que les fabricants de Paris parvinrent à l'imiter en créant leur *jaune d'ivoire*. Depuis 1823, MM. P. et L. Robert, successivement chefs de l'atelier de peinture sur verre, en approvisionnèrent la manufacture concurremment avec M. Bunel, chimiste de cet établissement. Mais les procédés qu'ils ont employés sont restés secrets jusqu'au moment où M. Brongniart publia son important *Traité des arts céramiques*.

» Je dois à l'obligeance de M. F. Robert d'avoir pu faire connaître l'analyse et la synthèse de cette couleur. Un échantillon de celui qu'il fit en 1821, et dont il a eu la bonté de me remettre une quantité suffisante, m'a donné la composition suivante :

	I.	II.	Calculé.
Silice	19,23	19,40	19,29
Protoxyde de plomb	57,64	57,80	57,88
Soude	3,08	»	2,98
Acide borique	7,09	»	6,66
Peroxyde de fer	6,12	»	6,03
Oxyde de zinc	2,99	»	3,00
Acide antimonique	3,41	»	3,63
Potasse	0,44	»	0,51
	100,00		99,98

» L'acide borique a été dosé par différence. Il est probable que l'antimoine est à l'état d'acide antimonieux; le fer est à l'état de peroxyde.

» En considérant la silice, l'oxyde de plomb, l'acide borique et la soude comme constituant le fondant, j'ai établi la synthèse qui suit (1); c'est elle qui m'a donné la base de la composition calculée qui s'accorde assez bien avec les résultats de l'analyse.

Fondant aux gris..	84	Le fondant se compose de :	
Carbonate de zinc hydraté.	4	Sable d'Étampes.	22
Hydrate d'oxyde de fer.	8	Borax fondu.	11
Antimoniate acide de potasse.	4	Minium.	66
	100		99

» On obtient, d'après de nouveaux essais que je viens de faire, une couleur préférable sous tous les rapports en prenant :

Fondant dit aux gris.	88,02	100,00.
Fleurs de zinc.	3,52	
Hydrate d'oxyde de fer.	7,04	
Antimoniate acide de potasse. . .	1,42	

» Ces matières sont bien triturées, puis fondues deux fois à un feu assez vif; le produit de la fusion est une masse qu'on coule sur une pelle de fer; il a, en morceaux, l'aspect du verre à bouteille; trituré, il devient jaune pâle.

» Je prépare moi-même la fleur de zinc, en calcinant du zinc du commerce. Les dernières parties de calcination qui renferment un peu d'oxyde de fer et sont légèrement jaunâtres peuvent fort bien servir.

» L'antimoniate provient de la déflagration de l'antimoine métallique avec 3 parties de nitre : c'est l'antimoniate acide de potasse de M. Berzelius. Il est bien lavé à l'eau froide.

» L'hydrate de peroxyde de fer provient de la décomposition, par une grande quantité d'eau aérée, du sulfate de protoxyde de fer : il se dépose après un temps assez long une poudre brun-jaune qui contient de 27 à 28 pour 100 d'eau, quand elle a été préparée avec de la couperose du commerce précipitée par de l'eau de fontaine; elle se dissout dans l'acide chlorhydrique, et précipite en brun par l'ammoniaque; le chlorure de barium ne fait naître aucun dépôt dans la dissolution. Ce ne peut être un sous-sulfate.

» J'ai obtenu avec du sulfate pur, décomposé par de l'eau distillée, un hy-

(1) *Traité des arts céramiques*, tome II, page 570. C'est par erreur d'impression que les doses d'oxyde de fer et d'antimoniate de potasse ont été interverties.

drate parfaitement pur, composé de

	I.	II.	III.		Calculé.
Eau.	25,30	25,16	25,34	3 Eau.	25,24
Peroxyde de fer.	74,70	74,84	74,66	1 Peroxyde de fer. . . .	74,76
	100,00	100,00	100,00		100,00

» J'ai pris pour faire ce calcul, pour l'équivalent de l'hydrogène, le nombre 12,5 fixé par les belles recherches de M. Dumas sur la composition de l'eau, et pour celui du fer le nombre 350 résultant des dernières expériences de MM. L. Svanberg et Norling, confirmées récemment par M. Berzelius.

» Cette composition correspond à la formule chimique $Fe^2O^3 + 3H^2O$. Cet hydrate renferme donc $1\frac{1}{2}$ équivalent d'eau de plus que l'hydrate naturel $2Fe^2O^3 + 3H^2O$, et 1 équivalent de plus que l'ocre d'Artana $Fe^2O^3 + 2H^2O$. Il est identique à celui que M. Soubeiran a obtenu en précipitant par les carbonates alcalins les sels de protoxyde de fer, et laissant au contact de l'air le précipité obtenu; mais il est plus pur. On sait que l'hydrate de M. Soubeiran renferme toujours un peu du précipitant.

» C'est en cherchant à apprécier le rôle de chacun des éléments qui entrent dans la composition du jaune, que je suis parvenu à améliorer sensiblement sa préparation.

» L'oxyde d'antimoine n'a d'autre but que de rendre à la couleur une certaine opacité qui lui donne un peu de corps; il tend aussi à corriger le ton rouge brique que prend souvent au feu un mélange de fondant d'oxyde de fer et d'oxyde de zinc. La présence de l'oxyde d'antimoine peut donc n'être pas indispensable, et l'expérience le prouve, pour un jaune simplement fusible.

» L'oxyde de zinc qu'on ajoute à l'oxyde de fer hydraté forme probablement avec lui un ferrate de zinc; toujours est-il qu'ils donnent un ton brun-jaune quand ils sont en présence: c'est ce ton, affaibli et rendu ivoire par le mélange du silicate double de peroxyde de fer et de plomb, que les peintres de figures préfèrent au ton soufré de cette dernière combinaison.

» C'est à l'oxyde de fer que le jaune pour les chairs doit sa qualité précieuse de pouvoir faire glacer les rouges sans les détruire. Cet oxyde jouit de la propriété remarquable de former, avec le silicate de plomb, des silicates doubles de peroxyde de fer et de plomb, qui sont ou incolores ou légèrement colorés en jaune clair. Ces silicates doubles une fois formés, on peut ajouter au fondant plombeux une très-minime proportion d'oxyde de fer orangé, rouge, carminé, laqueux ou violet, pour que cette coloration persiste. Il doit donc y avoir

avantage à saturer ce jaune d'oxyde de fer, dans l'état d'oxyde facilement attaquable et soluble dans l'acide silicique. L'état le plus convenable paraît être celui d'hydrate non calciné. On sait que par la calcination l'oxyde de fer devient difficilement attaquable par les acides.

» L'explication que je viens de donner peut paraître en désaccord avec la théorie que MM. Al. Brongniart et Dumas ont donnée sur les couleurs vitrifiables, et qui n'admet qu'un mélange intime entre le fondant et le principe coloré; mais en examinant les choses comme elles se passent, on y trouve une confirmation de cette théorie.

» Dans les couleurs rouges empruntées au fer, l'oxyde se partage en deux parties :

» L'une qui forme avec le silicate de plomb un silicate plus basique de plomb et de fer saturé d'oxyde de fer à la température de la fusion; ce n'est pas le principe colorant: cette combinaison est incolore ou jaune, suivant la proportion de fer qu'elle renferme ;

» L'autre reste à l'état d'oxyde: c'est elle qui donne le ton que la couleur conserve après la cuisson, et qui dépend de la nuance que l'oxyde avait isolément. On obtient ainsi toutes les couleurs de fer, depuis le rouge orangé jusqu'au violet très-foncé, tons qu'il est possible de donner à l'oxyde pur en calcinant lentement, à une température de plus en plus élevée, l'oxyde de fer provenant de la décomposition par le feu, du sulfate de protoxyde.

» J'ai pu facilement vérifier par l'expérience ce partage de l'oxyde de fer, en faisant fondre dans la moufle où se cuisent les peintures, une certaine quantité de rouge tout préparé pour peindre. J'ai trituré le résultat de cette fusion, et un traitement par l'acide nitrique a séparé une poudre rouge composée d'oxyde de fer presque pur, d'une partie soluble, dans laquelle les réactifs m'ont fait reconnaître la présence de la silice, du plomb, du borate de soude, et d'une quantité notable d'oxyde de fer. L'oxyde de fer, avant la fusion avec le fondant, n'avait pas sensiblement perdu de son poids sous l'influence du même traitement acide.

» Telles sont les considérations sur lesquelles j'ai cru devoir attirer l'attention des chimistes.

» Elles permettent d'expliquer les différences que présentent, sous le rapport de l'inaltérabilité par le fait des acides, certaines couleurs composées des mêmes proportions du même fondant et d'oxydes également résistants quand ils sont isolés. Quand une portion de l'oxyde se dissout dans le fondant, il le rend plus difficilement attaquable; aussi les couleurs de fer sont-elles assez solides.

» Elles font connaître une couleur qui sert, pour ainsi dire, de base à la peinture d'art, et dont je dois recommander l'usage, au lieu de fondant, dans toutes les couleurs fusibles destinées à en faire glacer d'autres qui ne brillent bien que sous une certaine épaisseur. Je rappellerai que toutes les peintures que possède la manufacture de Sèvres, faites avant qu'on ne connût cette couleur, sont ternes et sèches dans les figures et toutes les chairs. C'est pour remédier à ce défaut que M. F. Robert a tenté des recherches dont il comprenait toute la nécessité.

» Elles confirment enfin la théorie de MM. Brongniart et Dumas, qui n'admettent pas de combinaison entre les éléments colorants et les matières fusibles qui doivent les faire adhérer à la porcelaine.

» Je joins à cette Note cinq petites plaques appartenant aux collections de la Manufacture royale de Sèvres.

» L'une, n° 47, jaune pour les chairs Salvetat, n° 1, 15 novembre 1844, présente la couleur avec toutes ses qualités de ton de glacé et de mélange; elle a été faite d'après la recette que j'ai donnée plus haut. On l'a mélangé avec différentes couleurs à deux feux pour en connaître la valeur, et juger si elle ne détruit pas les autres tons.

» Le n° 47, n° 1, 19 décembre 1844, est le jaune de mauvaise qualité manquant de fusibilité.

» Le n° 47, n° 1, 8 février, est plus fusible que celui du 19 décembre; mais il ne se mêle pas avec les rouges n° 58 sans les détruire. On voit comment le peintre, en se servant de cette couleur, s'exposerait à perdre tout son travail.

» Toutes ces plaques ont été faites dans les mêmes conditions d'emploi, d'épaisseur et de proportions dans les mélanges.

» J'ai enfin réuni à ces plaques :

» 1°. Un essai de rouge de chair, n° 62;

» 2°. Un essai de rouge violâtre, n° 66, pour faire apprécier la différence du glacé de ces deux nuances employées isolément dans le mince et employées comparativement avec une addition de jaune n° 47.

» Sous ce point de vue, ces cinq échantillons me paraissent intéressants. »

CHIMIE. — *Sur la loi de saturation des corps copulés; par* M. **Ch. Gerhardt**.

« Les anilides dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie (1) rentrent

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie*, t. XX, p. 1031; 7 avril 1845.

dans la classe des *corps copulés*, c'est-à-dire des combinaisons organiques ou des résidus de corps composés remplaçant un corps simple.

» Si l'on examine la basicité B de ces corps copulés, sans se préoccuper de considérations théoriques; si l'on met en équation, d'une part, les corps entrés en réaction, d'autre part, les produits qui en résultent, on arrive à une loi fort simple qui peut se formuler d'une manière générale par

$$B = (b - b') - 1,$$

b et b' représentant la basicité des deux corps avant de s'accoupler; 0, 1, 2,..., la basicité d'un corps indifférent ou neutre, d'un acide unibasique, d'un acide bibasique, etc.

» Cette formule dit donc que *la basicité d'un corps copulé est moindre d'une unité que la somme des basicités des deux corps générateurs.*

» Elle établit que, dans les remplacements d'un corps simple par un corps composé, il y a, jusqu'à un certain point, entre les substances génératrices, *partage des propriétés*, de telle sorte que le nouveau produit ne possède ni les propriétés chimiques de l'un ni celles de l'autre corps avant l'accouplement; mais les propriétés de ce produit tiennent, pour ainsi dire, le milieu entre celles des deux corps générateurs.

» Voici les faits sur lesquels se fonde cette loi.

Corps copulés formés par l'acide sulfurique. $b = 2$.

» Si l'on représente l'équation d'acide sulfurique par SH^2O^4, on a, dans ma notation :

Sulfates acides... $S(HM)O^4$;
Sulfates neutres.. SM^2O^4.

L'acide sulfurique est donc un acide bibasique; dans les sels neutres, 1 équivalent de soufre est combiné avec 2 équivalents de métal (1).

» I. B *devient* = 1. — Lorsque 1 équivalent d'acide sulfurique s'accouple avec 1 équivalent d'un hydrogène carboné d'un alcool, d'une huile essentielle, de la glycérine, de l'indigo, ou, en général, avec un corps dont la basicité (b') est nulle, qui n'est pas acide aux papiers et ne fait pas effervescence avec les carbonates, l'acide copulé produit est monobasique, c'est-à-dire que ses sels

(1) Si l'on veut suivre la notation Berzelius, on a, pour les sulfates neutres, (SO^3, MO) où S : M :: 1 : 1 ; mais alors les sels organiques se trouvent doublés, et l'on a partout 2 équivalents de soufre, c'est-à-dire S : M :: 2 : 1. Il est évident que cela ne change rien à la démonstration de la loi.

neutres ne renferment que 1 seul équivalent de métal pour 1 équivalent de soufre. Je cite tous les acides dont les sels ont été analysés soit par moi, soit par d'autres chimistes.

Acide sulfobenzidique.........	$C^6 H^6 SO^3$	donne des sels neutres	$C^6 (H^5 M) SO^3$
Acide sulfobenzéonique.......	$C^7 H^8 SO^3$	donne des sels neutres	$C^7 (H^6 M) SO^3$
Acide sulfocuménique........	$C^9 H^{12} SO^3$	donne des sels neutres	$C^9 (H^{11} M) SO^2$
Acide sulfocyménique.........	$C^{10} H^{14} SO^3$	donne des sels neutres	$C^{10} (H^{13} M) SO^3$
Acide sulfonaphtalique........	$C^{10} H^8 SO^3$	donne des sels neutres	$C^{10} (H^7 M) SO^3$
Acide sulfométhylique........	$C H^4 SO^4$	donne des sels neutres	$C (H^3 M) SO^4$
Acide sulfovinique (isétionique et althionique)..............	$C^2 H^6 SO^4$	donne des sels neutres	$C^2 (H^5 M) SO^4$
Acide sulfamilique............	$C^5 H^{12} SO^4$	donne des sels neutres	$C^5 (H^{11} M) SO^4$
Acide sulfocétique............	$C^{16} H^{34} SO^4$	donne des sels neutres	$C^{16} (H^{33} M) SO^4$
Acide sulphophénique.........	$C^6 H^6 SO^4$	donne des sels neutres	$C^6 (H^5 M) SO^4$
Acide sulfanéthique..........	$C^{10} H^{12} SO^4$	donne des sels neutres	$C^{10} (H^{11} M) SO^4$
Acide sulfoglycérique..........	$C^3 H^8 SO^6$	donne des sels neutres	$C^3 (H^7 M) SO^6$
Acide sulfindylique...........	$C^8 H^5 NSO^4$	donne des sels neutres	$C^8 (H^4 M) NSO^4$
Acide sulfanilique............	$C^6 H^7 NSO^3$	donne des sels neutres	$C^6 (H^6 M) NSO^3$ (1).

» II. B *devient* = 2. — Pour que l'acide sulfurique conserve sa basicité dans les corps copulés, il faut évidemment, si notre loi est vraie, que — 1 se détruise par + 1, c'est-à-dire que l'acide sulfurique s'accouple avec 1 équivalent d'un corps qui soit déjà unibasique. Or, voici les trois acides copulés qu'on a obtenus avec des acides (acétique, benzoïque, cinnamique) déjà unibasiques.

Acide sulfacétique....	$C^2 H^4 SO^5$	donne des sels neutres	$C^2 (H^2 M^2) SO^5$
Acide sulfobenzoïque..	$C^7 H^6 SO^5$	donne des sels neutres	$C^7 (H^4 M^2) SO^5$
Acide sulfocinnamique.	$C^9 H^8 SO^5$	donne des sels neutres	$C^9 (H^6 M^2) SO^5$.

» Cependant une substance dont la basicité (b') est nulle, pourrait aussi donner un acide copulé bibasique, mais alors l'accouplement s'effectuerait avec 2 équivalents d'acide sulfurique. En effet, on aurait, d'après notre loi :

pour le 1er équivalent d'acide sulfurique, $B = (0 + 2) - 1 = 1$;
pour le 2e équivalent d'acide sulfurique, $B = (1 + 2) - 1 = 2$.

» Voici les deux acides bibasiques qu'on a obtenus avec l'alcool et le gaz oléfiant :

---

(1) J'ai obtenu cet acide par l'action de l'acide sulfurique sur l'oxanilide et la formanilide; c'est le *sulfate d'aniline anhydre*. Il formera l'objet d'une communication prochaine.

Acide méthionique . . . $C\ H^4 S^2 O^6$ donne des sels neutres $C\ (H^2 M^2) S^2 O^6$
Acide éthionique . . . . $C^2 H^6 S^2 O^7$ donne des sels neutres $C^2 (H^4 M^2) S^2 O^7$.

» J'y ajouterais aussi l'acide sulfonaphtinique de M. Berzelius, si ce corps n'exigeait pas de nouvelles analyses.

» III. B *devient* = 3. — Les acides copulés tribasiques résultent de l'accouplement de 1 équivalent d'acide sulfurique avec 1 équivalent d'un acide bibasique. Je n'en connais qu'un seul exemple (1) :

Acide sulfosuccinique $C^4 H^6 SO^7$ donne des sels neutres $C^4 (H^3 M^3) SO^7$.

Cependant, si notre loi est exacte, l'équivalent d'une substance dont la basicité est nulle peut, en s'accouplant avec 3 équivalents d'acide sulfurique, produire aussi un acide tribasique; en effet, on a, pour ces 3 équivalents d'acide sulfurique :

Pour le premier. . . . . $B = (0 + 2) - 1 = 1$;
Pour le second . . . . . . $B = (1 + 2) - 1 = 2$;
Pour le troisième . . . . . $B = (2 + 2) - 1 = 3$.

» La composition des sulfomannitates analysés par MM. Knop et Schnedermann vient à l'appui de cette proposition; ces sels se représentent, en effet, par la formule générale

$$C^6 (H^{11} M^3) S^3 O^{15},$$

1 équivalent de mannite étant $C^6 H^{14} O^6$ (2).

» IV. B *devient* = 0. — Nous avons vu plus haut que l'accouplement de 1 équivalent d'acide sulfurique avec 1 équivalent d'un corps neutre donne naissance à un acide unibasique; or, d'après notre loi de saturation, un acide unibasique, en s'accouplant avec un corps neutre, donne aussi un produit neutre. Cela revient à dire que l'accouplement de 1 équivalent d'acide

---

(1) Plusieurs chimistes, se fondant sur l'existence d'un sel de plomb *surbasique*, considèrent l'acide succinique comme tribasique. Cela n'est pas exact : dans les sels surbasiques, un oxyde s'ajoute en sus à un sel neutre, il n'y a pas de remplacement d'hydrogène par du métal. L'acide succinique est bibasique, car voici les sels de potasse, d'après M. Doepping :

$C^4 H^6 O^4$. . . . . . acide succinique;
$C^4 (H^5 K) O^4$. . . . sel acide;
$C^4 (H^4 K^2) O^4$. . . . sel neutre.

(2) Voyez, à cet égard, quelques observations dans les *Comptes rendus mensuels des travaux chimiques*, janvier 1845, page 20.

sulfurique avec 2 équivalents d'un corps dont la basicité est nulle, donne un *corps copulé neutre*. Voici la confirmation de cette loi :

2 équivalents de benzide C^6H^6 + 1 équiv. d'ac. sulf. — H^2O = $C^{12}H^{10}SO^2$ sulfobenzide ;
2 équiv. d'esprit-de-bois CH^4O + 1 équiv. d'ac. sulf. — H^2O = $C^2H^6SO^4$ sulfométhol (sulfate de méthylène).

» L'analogie qui existe entre le mode de formation du sulfométhol et du sulfobenzide fait pressentir qu'on découvrira bientôt l'oxabenzide, le formobenzide, l'acébenzide, etc.; c'est-à-dire des combinaisons copulées correspondant aux éthers, mais formées par des hydrogènes carbonés et des acides autres que l'acide sulfurique. La grande stabilité des hydrogènes carbonés, et leur insolubilité dans l'eau, exigeront, sous ce rapport, des conditions particulières. J'ai fait un essai en chauffant le sulfobenzide avec de l'oxalate de potasse sec; mais le sulfobenzide s'est volatilisé avant que l'oxalate fût attaqué.

» Les développements précédents s'appliquent non-seulement à l'acide sulfurique, mais à tous les *acides bibasiques*; je pourrais donc les répéter pour les acides carbonique, oxalique, succinique, camphorique, tartrique, etc. Au reste, nous y reviendrons tout à l'heure en nous occupant des accouplements déterminés par l'alcool et ses homologues.

Corps copulés formés par l'acide phosphorique. $b = 3$.

L'acide phosphorique vitreux représenté dans ma notation par. . . $P\,H^3\,O^4$

peut former les trois séries de sels suivantes : . . . . $\begin{cases} P\,(H\,M^2)\,O^4 \\ P\,(H^2\,M)\,O^4 \\ P\,M^3\,O^4 \end{cases}$

C'est donc un acide tribasique. Il résulte des expériences de M. Pelouze que l'acide phosphorique s'accouple avec l'alcool ($b' = 0$) de manière à produire un acide dont les sels neutres ne renferment plus que 2 équivalents de métal :

Acide phosphovinique $C^2H^7PO^4$ donne des sels neutres . . . . $C^2(H^5M^2)PO^4$
ma loi se trouve donc encore confirmée ici, puisque $B = (3 + 0) - 1 = 2$.

Corps copulés formés par l'acide nitrique. $b = 1$.

L'acide nitrique est un acide unibasique. . . . . NHO^3,
et ses nitrates neutres sont, dans ma notation. . . . . NMO^3.

» Si ma loi de saturation est exacte, l'acide nitrique, en s'accouplant avec les corps organiques, n'en doit pas changer la basicité, puisque + 1 se trouve détruit par — 1.

» I. B *devient* = 0. — Les hydrogènes carbonés, les alcools et, en général, les corps dont la basicité est nulle, quel que soit le nombre des équivalents d'acide nitrique qui s'accouplent avec eux, donnent toujours des corps d'une basicité nulle. L'alcool, l'esprit-de-bois, la benzine, la naphtaline, en s'accouplant avec l'acide nitrique, donnent toujours des corps neutres; on n'a jamais pu obtenir les acides nitrovinique, nitrométhylique, nitronaphtalidique (1), nitrobenzidique (2), etc., semblables aux acides sulfovinique, sulfométhylique, sulfonaphtalique, sulfobenzidique.

» Voici la liste de 21 corps nitrogénés obtenus avec des corps neutres et qui prouvent la justesse de mon assertion : méthol nitrique (nitrate de méthylène), acétène nitrique (éther nitreux), alcool nitrique, valérène nitrique (éther nitreux de l'huile de pommes de terre), benzène nitrique, benzène binitrique, benzoène nitrique, benzoène binitrique, phtalide nitrique (acide nitrophtalique anhydre), cinnamène nitrique(nitrostyrole), cinnamol nitrique (nitrate d'huile de cannelle), coumarine nitrique, naphtalène nitrique, naphtalène binitrique, naphtalène trinitrique, méconine nitrique, aniline nitrique, phlorétine nitrique, stilbène nitrique, anthracène binitrique, idrialène binitrique.

» II. B *devient* = 1. — Tous les corps nitrogénés acides et unibasiques résultent de l'accouplement de l'acide nitrique avec des acides déjà unibasiques; preuve, les acides nitrobenzoïque, nitrosalycilique, nitrocinnamique, nitranisique. Les acides nitrophénésique et nitrophénisique résultent d'un corps limite (acide phénique de M. Laurent), capable d'échanger 1 équivalent d'hydrogène pour du métal, et dans lequel l'accouplement avec l'acide nitrique n'a fait que développer davantage le caractère acide; mais ces deux corps nitrogénés ne s'éthérifient point comme les acides proprement dits. Dans tous les cas, l'accouplement par l'acide nitrique a donc maintenu la basicité comme l'indique notre loi.

» III. B *devient* = 2. — L'acide phtalique de M. Laurent est bibasique; son acide nitrophtalique l'est aussi; autre confirmation de cette loi.

» Je ne veux pas discuter ici la question de savoir si dans tous ces corps nitrogénés les éléments nitriques sont groupés de la même manière; si, dans l'éther nitreux, ils se trouvent sous la même forme que dans la nitrobenzide. Je

---

(1) Ce qu'on appelle *acide nitronaphtalique* ne résulte pas d'un simple accouplement de la naphtaline avec l'acide nitrique, mais il se produit par une réaction plus compliquée, la naphtaline éprouvant d'abord une oxydation.

(2) Quelques chimistes allemands appellent ainsi l'*acide nitrobenzoïque*.

me borne à constater le fait de la basicité et l'identité du mode de formation, sans me préoccuper du groupement moléculaire. Il est vrai que l'éther nitrique donne du nitrate par une lessive bouillante de potasse, que la nitrobenzide donne d'autres produits; mais il faut considérer que la régénération des substances dont les résidus constituent les corps copulés dépend entièrement des conditions où se place l'expérimentateur, et l'on conçoit que ces conditions ne soient pas les mêmes pour des corps copulés dérivant de corps solubles dans l'eau, comme l'alcool, que pour des corps copulés dérivant de corps insolubles, comme la naphtaline et d'autres hydrogènes carbonés. L'acide sulfovinique s'attaque par une lessive bouillante de potasse, et régénère alors l'alcool; l'acide sulfonaphtalique a besoin d'être traité par de la potasse en fusion pour régénérer la naphtaline. De même, l'éther nitrique régénère l'alcool par une lessive de potasse, tandis que pour régénérer la naphtaline avec la nitronaphtaline, on est obligé de faire passer celle-ci sur de la chaux chauffée au rouge sombre. Quoi qu'il en soit, il est positif que l'acide nitrique suit notre loi de saturation.

Corps copulés formés par l'ammoniaque. $b = 0$.

» Cette loi est à prendre en considération dans les questions qui concernent les *amides* et les *acides amidés;* elle peut servir à contrôler la composition de ces corps et permet d'en prévoir la formation.

» L'ammoniaque $NH^3 = 2$ volumes n'échangeant pas d'hydrogène pour du métal, sa basicité est donc nulle dans le sens que nous y attachons (1).

» I. B *devient* = 1. — Pour qu'une amide soit acide et unibasique, elle ne peut s'obtenir qu'avec un acide bibasique. Les acides unibasiques (acétique, formique, benzoïque, butyrique, etc.) ne peuvent pas donner d'acides amidés, si notre loi est exacte; ils ne donnent que des amides neutres.

» Voici d'ailleurs les acides amidés qu'on a obtenus.

Sels neutres des acides simples.		Sels neutres des acides amidés.	
Oxalates.	$C^2M^2O^4$	Oxamates.	$C^2(H^2M)NO^3$
Succinates.	$C^4(H^4M^2)O^4$	Succinamates	$C^4(H^6M)NO^3$
Chloranilates.	$C^6(Cl^2M^2)O^4$	Chloranilamates.	$C^6(H^2Cl^2M)NO^3$
Lactates.	$C^6(H^{10}M^2)O^6$	Lactamates	$C^6(H^{12}M)NO^5$
Phtalates.	$C^7(H^4M^2)O^4$	Phtalamates.	$C^8(H^6M)NO^3$
Subérates	$C^8(H^{12}M^2)O^4$	Subéramates.	$C^8(H^{14}M)NO^3$
Camphorates.	$C^{10}(H^{14}M^2)O^4$	Camphamates	$C^{10}(H^{16}M)NO^3$

(1) Dans la formation des sels ammoniacaux, il y a union directe d'un acide avec l'ammoniaque; dans la formation des sels métalliques il y a *échange* de M pour H, et élimination d'eau. C'est cet échange qui s'appelle ici basicité.

» II. B *devient* $= 0$. — Les amides deviennent nécessairement neutres lorsque 1 équivalent d'ammoniaque s'accouple avec 1 équivalent d'un acide unibasique, -1 et $+1$ se détruisant réciproquement dans notre formule. Or. voici les amides neutres obtenues avec les acides unibasiques :

Butyramide, correspondant au sel neutre.	$C^4(H^7M)O^2$,
Benzamide, correspondant au sel neutre.	$C^7(H^5M)O^2$,
Salycilamide, correspondant au sel neutre.	$C^7(H^5M)O^3$,
Margaramide, correspondant au sel neutre	$C^{17}(H^{33}M)O^2$.

Je supprime les *anhydrides amidés* (*succinidam*, *paramide*) qu'on n'a pas encore assez multipliés; ils suivraient d'ailleurs notre loi.

» Mais les acides bibasiques donnent, outre des acides amidés unibasiques, des amides neutres, quand ils s'accouplent avec *deux* équivalents d'ammoniaque. En effet, on a, d'après notre loi :

Pour le premier équivalent d'ammoniaque. . . .	$B = (0+2) - 1 = 1$;
Pour le second équivalent d'ammoniaque.	$B = (0+1) - 1 = 0$.

» Voici les amides neutres qu'on a obtenues avec des acides bibasiques:

Sels neutres des acides simples.		Amides neutres.	
Carbonates.	$C\,M^2O^3$	Carbamide ou urée.	$C\,H^4\,N^2O$
Oxalates	$C^2M^2O^4$	Oxamide.	$C^2H^4\,N^2O^2$
Succinates	$C^4(H^4M^2)O^4$	Succinamide	$C^4H^8\,N^2O^2$
Fumarates	$C^4(H^2M^2)O^5$	Fumaramide	$C^2H^6\,N^2O^2$
Lactates	$C^6(H^{10}M^2)O^4$	Lactamide.	$C^6H^{14}N^2O^2$
Subérates	$C^8(H^{12}M^2)O^4$	Subéramide	$C^8H^{16}N^2O^2$
Camphorates.	$C^{10}(H^{14}M^2)O^4$	Camphamide.	$C^{10}H^{18}N^2O^2$.

Corps copulés formés par l'alcool. $b = 0$.

» Notre loi de saturation trouve une confirmation éclatante dans la composition des éthers. En effet, si l'on représente ces corps par des formules uniformes, toujours par 2 volumes (1), ainsi que je l'ai adopté dans ma notation et sans jamais manquer à cette règle, les analyses indiquent les formules suivantes pour la composition des éthers. En représentant 1 équivalent d'alcool C^2H^6O par A, les éthers par ε', ε'', ε''', suivant qu'ils résultent de l'action d'un acide a' monobasique, a'' bibasique ou a''' tribasique, on a :

$$\varepsilon' = a' + A - H^2O,$$
$$\varepsilon'' = a'' + 2A - 2H^2O,$$
$$\varepsilon''' = a''' + 3A - 3H^2O.$$

(1) Tient-on à l'ancienne notation par 4 volumes? alors il faut aussi écrire H^4O^2, N^2H^6, C^2O^2, etc.; cela se comprend. Ma loi est vraie si l'on suit une notation rigoureuse; en formulant sans règle, on ne saisit pas les relations que j'indique.

Ces formules générales s'appliquent non-seulement à l'alcool de vin, mais bien entendu à tous les homologues de ce corps; comme elles sont indépendantes de toute théorie, et qu'il est aisé de les retenir, j'en recommande l'usage à tous ceux qui s'occupent de chimie.

» I. B *devient* = o. — Les formules précédentes sont une conséquence de notre loi de saturation; en effet, d'après cette loi, 1 équivalent d'alcool, en s'accouplant avec 1 équivalent d'un acide unibasique, en diminue la basicité d'une unité, c'est-à-dire qu'il le rend neutre.

» Donc les acides unibasiques ne donneront que des éthers neutres; tels sont les éthers formique, acétique, butyrique, caproïque, valérianique, margarique, stéarique, benzoïque, cuminique, anisique, pyromucique, etc.

» J'appellerai ceux-ci des *éthers uni-alcooliques*, puisqu'ils renferment le résidu d'*un* équivalent d'alcool, qu'ils sont capables de régénérer.

» Pour qu'un acide bibasique donne un éther neutre, il faut, si notre loi est exacte, qu'il s'accouple avec *deux* équivalents d'alcool, qu'il forme un *éther bi-alcoolique;* en effet, d'après notre loi, on a:

Pour le premier équivalent d'alcool... $B = (o + 2) - 1 = 1$;
Pour le second équivalent d'alcool... $B = (o + 1) - 1 = o$.

» La composition des éthers carbonique, succinique, oxalique, subérique, pyrotartrique, sébacique, fumarique, mucique, etc., prouve la vérité de mon assertion.

» Enfin, il résulte aussi de ce qui précède que les éthers neutres des acides tribasiques sont des *éthers tri-alcooliques;* preuve, la composition des éthers citrique et aconitique.

» Rien ne prouve mieux la vérité de ma loi que la composition des *améthanes* (ou éthers des acides amidés), découverts par M. Dumas; ce sont des corps copulés, neutres, produits par l'alcool et par l'ammoniaque, et qui correspondent aux éthers bi-alcooliques; mais l'un des résidus alcooliques y est remplacé par le résidu de l'ammoniaque. *Les acides bibasiques sont donc seuls capables de donner de semblables améthanes;* jusqu'à présent on n'en a obtenu qu'avec les acides carbonique, oxalique et sulfurique. Ma loi serait en défaut si l'on en obtenait jamais avec l'acide acétique, l'acide benzoïque ou, en général, avec un acide unibasique.

» II. B *devient* = 1. — Voici la liste des *acides viniques*, mis en regard des sels neutres aux acides desquels ils correspondent; elle prouve que les acides bibasiques donnent, seuls, des acides viniques, tout comme ils sont les seuls par lesquels on obtient les acides amidés.

Acides viniques unibasiques.	Sels neutres simples.
Acide carbométhylique .... / Acide carbovinique	Carbonates.... CM^2O^3
Acide oxalovinique .... / Acide oxalométhylique.......	Oxalates..... $C^2M^2O^4$
Acide camphovinique........	Camphorates... $C^{10}(H^{14}M^2)O^4$
Acide tartrovinique .... / Acide tartramilique...........	Tartrates...... $C^4(H^4M^2)O^6$
Acide sulfovinique........... / Acide sulfométhylique........	Sulfates....... SM^2O^4.

» On aurait tort de comprendre, parmi les acides viniques, certains éthers neutres aux papiers, mais capables d'échanger du métal pour de l'hydrogène; de ce nombre est, par exemple, l'éther salycilique de l'esprit-de-bois. Tous les acides viniques proprement dits rougissent le tournesol, ne sont pas volatils sans décomposition, et font effervescence avec les carbonates; cet éther ne présente rien de semblable.

Conséquences de la loi de saturation des corps copulés par résidus.

» Je ne pense pas qu'il y ait en chimie, outre les lois fondamentales, un principe à l'appui duquel on puisse apporter des centaines de preuves, comme je viens de le faire pour la loi de saturation des corps copulés. Cette loi conduit à une foule de conséquences importantes parmi lesquelles je ne citerai que les suivantes :

» Les acides unibasiques (nitrique, acétique, formique, benzoïque, cinnamique, cuminique, butyrique, valérianique, etc.) ne donnent que des éthers neutres et des amides neutres; ils ne peuvent fournir ni acides viniques ni acides amidés.

» Les acides bibasiques (sulfurique, oxalique, carbonique, succinique, adipique, camphorique, pimélique, etc.) peuvent donner un éther neutre et un acide vinique, une amide neutre et un acide amidé; l'acide vinique et l'acide amidé seront unibasiques.

» Les corps nitrogénés ont la même basicité que les substances d'où ils dérivent.

» Les acides amidés et des acides viniques n'ont jamais la même basicité que les acides simples avec lesquels on les obtient.

» La composition des amides et des éthers peut servir à trouver la basicité des acides auxquels ils correspondent.

» La basicité des corps copulés obtenus avec l'acide sulfurique et les matières organiques peut servir à trouver l'équivalent de ces matières, etc. »

CHIMIE. — *Sur la formation de bulles de mercure, fait qui semble rendre compte des proportions considérables de ce métal qui se perdent dans le procédé américain pour l'extraction de l'argent au moyen de l'amalgamation; par* M. MELSENS.

« Quand on projette un filet d'eau vers le bord le moins profond d'une couche inclinée de mercure, recouvert de 4 ou 5 centimètres d'eau, mais qu'on s'arrange de façon à ce que le filet d'eau arrivant d'une certaine hauteur emprisonne, en s'étalant, une quantité convenable d'air lorsqu'il vient frapper la surface du mercure, on voit des sphères de ce métal flotter dans l'eau, absolument comme si elles étaient composées d'une feuille mince de métal solide.

» Ordinairement ces sphères montent à la surface du bain d'eau, on constate qu'elles renferment de l'air. Parfois elles sont complétement plongées et roulent à la surface du mercure; au moment où elles crèvent, il s'en échappe de l'air. J'en ai vu rouler sous l'eau à la surface du mercure et se détruire sans aucun dégagement de gaz.

» Avec le filet d'eau que j'ai eu à ma disposition et dont l'écoulement est irrégulier, ces sphères de mercure peuvent atteindre jusque $1\frac{1}{2}$ centimètre de diamètre environ.

» Elles persistent assez longtemps pour qu'on puisse les enlever de l'eau au moyen d'une soucoupe et les examiner pendant quelques secondes.

» J'ai pesé le mercure qui provenait de la destruction de sphères de 1 à $1\frac{1}{2}$ centimètre; leur poids varie de 200 à 400 et 500 milligrammes.

» Ce phénomène a beaucoup d'analogie avec les bulles de savon.

» Je cite quelques expériences qui permettront de se rendre compte jusqu'à un certain point de la manière dont elles se forment.

» Quand on fait passer de l'air, de l'acide carbonique, de l'hydrogène, et très-probablement un gaz quelconque, à travers le mercure, en prenant un tube à dégagement qui ne présente qu'un passage très-étroit, le gaz ne passe du mercure dans l'air qu'après avoir subi un temps d'arrêt à la surface du mercure, c'est-à-dire qu'il se forme à la surface du mercure un mamelon qui grossit et finit par crever. Ce phénomène, connu de tous les chimistes qui travaillent sur le mercure, paraît ne pas avoir attiré leur attention.

» L'accroissement successif et la rupture du mamelon se voient parfaitement, lorsqu'au lieu de laisser perdre directement le gaz dans l'air, on recueille ce gaz dans une éprouvette de mercure surnagée par un liquide;

la dissolution de potasse à 45 degrés Baumé, l'acide sulfurique concentré, l'eau, etc. On peut alors voir très-distinctement le mamelon de mercure plongé dans le liquide surnageant acquérir une forme sphéroïdale, ou du moins rétrécie à la base. Parfois on croit apercevoir une véritable sphère qui se soulève à quelque distance de la surface du mercure et qui ne crève que lorsqu'elle en est détachée et plongée de toutes parts dans le liquide.

» Il suffit, du reste, d'agiter avec la main une nappe de mercure surnagé par de l'eau, ou de faire arriver un filet d'eau privé d'air sous la couche de métal, pour voir la surface du mercure, lisse d'abord, se couvrir de mamelons renfermant de l'eau.

» Le repos fait disparaître ces mamelons, et la surface redevient plane après quelques secondes. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur les procédés de* MM. **Dechaud** *et* **Gaultier de Claubry**, *pour l'extraction du cuivre de ses minerais par des actions électriques.*

« Les beaux travaux de M. Becquerel sur les actions chimiques déterminées sous l'influence de faibles courants électriques ont ouvert une voie nouvelle destinée à fournir à l'industrie métallurgique des résultats dont il est encore impossible de prévoir toute l'importance.

» Dans le but de faire servir ces actions à l'extraction du cuivre de ses minerais, MM. Dechaud et Gaultier de Claubry se sont livrés à de longues recherches qu'ils croient arrivées au point d'être dignes d'attirer l'attention et destinées à déterminer une transformation complète dans la métallurgie du cuivre. Ces résultats, réduits à leur plus simple expression, peuvent être exposés très-brièvement.

» L'extraction du cuivre des minerais pyriteux se divise en deux séries d'opérations entièrement distinctes : le grillage et la précipitation du cuivre.

» *Grillage.* — On l'opère au four à réverbère, soit en transformant directement le sulfure en sulfate par la seule action de l'air, soit en profitant d'une réaction qui fournit d'utiles résultats, et qui consiste dans la transformation de l'oxyde de cuivre en sulfate, par sa calcination avec le sulfate de fer, à une température rouge obscur, sous l'influence d'un courant d'air, le fer restant à l'état d'oxyde.

» Des lavages convenables extraient le sulfate de cuivre qui ne retient ni arsenic ni antimoine, de sorte que des minerais très-impurs, comme les fahlerz, fournissent du cuivre aussi pur que des carbonates ou oxydes de cuivre qui ne contiendraient aucun métal étranger.

» *Précipitation.* — La précipitation du cuivre de ses dissolutions de sulfate exige, dans les procédés galvanoplastiques, des appareils galvaniques dont le prix empêcherait toute opération métallurgique. Aussi les auteurs ont-ils dû s'occuper des moyens de réaliser les mêmes effets en supprimant ces piles extérieures. Voici sur quelles données sont basés leurs appareils :

» Si l'on place l'une sur l'autre deux dissolutions, l'une de sulfate de cuivre plus dense, l'autre de sulfate de fer moins dense; que, dans la première, on dispose une plaque de métal formant le cathode, dans le sulfate de fer, un morceau de fonte, et qu'un conducteur réunisse ces deux métaux, la précipitation du cuivre commence immédiatement, se complète dans un temps plus ou moins long et dépendant de la température, de la concentration des liqueurs, et de l'étendue des surfaces métalliques; mais, comme l'a observé M. Becquerel, l'état physique du cuivre offre de grandes différences, à mesure que la dissolution s'appauvrit. On obvie à ce grave inconvénient en profitant de cette observation, qu'après quelques instants d'action, il existe quatre zones de liquides : à partir du fond du vase, dissolution de sulfate de cuivre plus dense, même sel moins dense par suite de la précipitation d'une portion du métal, sulfate de fer plus dense par la dissolution de la fonte, et du même sel moins dense.

» Si, au niveau de chacune de ces zones, on a disposé des ouvertures convenables pour amener et expulser les liquides au fur et à mesure de l'action chimique, on conserve facilement les liquides à des états uniformes de densité, et alors le cuivre est à la fois pur et au même état physique.

» Relativement à l'application de ce procédé dans la métallurgie, l'étendue de surface du sol nécessaire pour précipiter une grande quantité de cuivre est un élément très-important : en le prenant en considération, il est facile de modifier la forme des appareils en conservant le même principe.

» Pour cela, au lieu de placer les liquides par couches horizontales, on les dispose par couches verticales, séparées par un diaphragme très-perméable au courant électrique, et très-peu aux liquides; le carton remplit parfaitement ce but, il sert des mois entiers sans éprouver d'altération, et la quantité de sulfate de fer qui a pénétré dans le sulfate de cuivre est encore insuffisante pour empêcher la continuation de l'opération; l'appareil est alors disposé comme il suit :

» Une caisse en bois, doublée en plomb, ou garnie d'un mastic convenable, renferme la dissolution de sulfate de fer. Une ouverture supérieure y amène le liquide au degré de densité voulu, et une autre inférieure permet à la dissolution concentrée de s'écouler.

» Dans cette caisse, on plonge des cases formées d'un cadre dont les extrémités et le fond sont en tôle plombée, et les parois latérales garnies d'une feuille de carton. Une ouverture inférieure donne entrée à la dissolution de sulfate de cuivre saturée, et une autre supérieure, issue au sulfate faible. Dans chaque case on place une lame de tôle plombée, entre elles et au dehors des deux cases extrêmes, des plaques de fonte; des conducteurs particuliers, fixés à chaque plaque, la font communiquer avec un conducteur commun placé au dehors de l'appareil. Deux réservoirs à niveau constant reçoivent les deux dissolutions à y introduire et le lui fournissent constamment. On règle, une fois pour toutes, les densités des liquides, et les appareils marchent des mois entiers sans exiger aucune espèce de soins : les densités les plus convenables pour la dissolution du sulfate de cuivre qui sort de l'appareil sont de un quart à la moitié de la dissolution saturée. Le cuivre se précipite sur les deux surfaces de la feuille de métal formant le cathode.

» Les parois en carton empêchant le contact immédiat des deux liquides, on le rétablit en pratiquant dans celles-ci, au-dessus du bord supérieur des plaques de métal formant le cathode, de petites ouvertures qui permettent à la dissolution de sulfate de fer de se superposer à celle du sulfate de cuivre; l'appareil vertical remplit donc les mêmes conditions que l'appareil horizontal.

» A une température de 20 degrés centigrades, 1 mètre carré de surface reçoit jusqu'à 1 kilogramme de cuivre en vingt-quatre heures.

» Le cuivre précipité est pur, à un état physique constant; les feuilles peuvent être immédiatement travaillées au marteau, ou passées au laminoir : dans ce cas, quatre à cinq passes amènent le métal à la densité de 895, et l'on évite par là toutes les opérations nécessaires pour le faire passer de l'état de plateaux à celui de feuilles. Le travail n'offre aucune difficulté, ne demande point d'affinage, ne donne pas de scories. Dans une fabrication régulière, on obtient jusqu'à 75 pour 100 de feuilles; le reste du cuivre précipité est partie en fragments purs, et partie en poudre de cémentation. Les auteurs comptent, pour le travail métallurgique, 50 pour 100 de feuilles au moins, 25 pour 100 de cuivre divisé qui ne demande qu'une fusion pour être amené à l'état de plateaux ou de lingots, et 25 pour 100 de cuivre divisé qui exigeront un affinage.

» La question relative à l'application de l'action galvanique à la métallurgie du cuivre paraît ainsi réduite à un état de simplicité presque aussi complète que possible. A peine est-il nécessaire de dire que, par ce procédé, on peut obtenir facilement des objets de galvanoplastie sur une grande échelle. »

CHIMIE. — *Recherches sur les sels et la densité des urines;* *par* M. **H.** CHAMBERT.

« La question des urines, bien qu'elle ait fait l'objet des études longues et consciencieuses de plusieurs observateurs, est loin d'être épuisée. Si quelques-uns des points que l'on a abordés sont encore incomplets, c'est en grande partie à l'imperfection des moyens d'analyse qu'il faut attribuer cette lacune.

» Dans la recherche des sels, une chose nous a paru insuffisante, c'est l'évaporation de l'urine et la combustion de son résidu.

» 1°. *Évaporation des urines.* — Les moyens mis en usage pour l'évaporation des urines varient suivant que l'on emploie l'acide nitrique ou le chlorate de potasse pour brûler le résidu. Dans le premier cas, l'opération exige plusieurs heures; dans le second, souvent plus d'une journée. Nous proposons le moyen suivant :

» Un tube de $0^m,12$ à $0^m,15$ de longueur et de $0^m,02$ de diamètre fait l'office de réservoir. Il est surmonté d'un goulot usé à l'émeri pour recevoir un tube muni d'un robinet. A sa partie inférieure est soudé un autre tube de $0^m,008$ à $0^m,009$ de diamètre, recourbé deux fois sur lui-même de manière à présenter une branche horizontale de $0^m,07$ ou $0^m,08$ de longueur. La dernière courbure verticale donne naissance à une boule qui augmente la capacité de l'appareil et se termine par une partie effilée et recourbée deux fois de la même manière que le tube intermédiaire.

» On remplit l'appareil du liquide à analyser et on le fixe le long de la tige d'une lampe à alcool à double courant, de manière que son ouverture inférieure corresponde au-dessus d'un creuset de platine échauffé. A l'aide du robinet, tout en modérant l'accès de l'air, on gouverne l'écoulement du liquide. Celui-ci doit être ménagé de telle sorte que la goutte qui est tombée dans le creuset soit complétement évaporée quand celle qui lui succède y arrive à son tour. Par ce procédé, 1^h15^m suffit pour l'évaporation de 100 à 110 grammes d'urine.

» On évite les projections de liquide ou de sels en maintenant un écoulement constant et modéré. La couche de charbon qui tapisse le creuset, tout en activant l'évaporation, rend la caléfaction du liquide presque impossible. Celle-ci devrait cependant être provoquée si l'on avait à analyser un liquide très-chargé d'albumine ou de sucre. La quantité de charbon alors obtenue n'est pas la vingtième partie de celle que fournirait le procédé ordinaire.

» Ainsi : 1° rapidité incontestable de l'opération; 2° diminution du char-

bon dans le résidu; 3° et, par conséquent, combustion plus facile de ce charbon; tels sont les avantages de la méthode d'évaporation que nous proposons.

» 2°. *Combustion du charbon.* — Les divers moyens employés pour brûler le résidu de l'évaporation des urines offrent tous des inconvénients graves: la combustion directe par l'air atmosphérique est très-lente et le plus souvent insuffisante; celle par l'acide nitrique provoque dans la masse saline des perturbations dont on ignore le résultat définitif; l'emploi du chlorate de potasse est une opération délicate exigeant plusieurs pesées très-exactes.

» Un moyen de combustion plus sûr dans ses résultats, plus simple dans son application, c'est l'eau pure. Après avoir évaporé le liquide comme je l'ai dit et avoir soumis pendant quelques minutes le résidu à la chaleur rouge, on surmonte le creuset d'un couvercle percé d'un trou. Par cette ouverture, à l'aide d'une pipette à bec très-étroit, on instille dans son intérieur quelques gouttes d'eau distillée. Un jet d'hydrogène, le plus souvent enflammé, qui s'échappe par l'ouverture du creuset, annonce que la combustion s'opère. En renouvelant ces instillations pendant quelques minutes, on obtient une masse saline parfaitement blanche. La volatilisation des chlorures est empêchée par le couvercle du creuset. Une eau minérale fortement chargée de chlorure de sodium a été évaporée comparativement par notre procédé et le procédé ordinaire. Il y a eu entre les résultats la plus parfaite coïncidence.

» Les avantages de ce mode d'oxydation nous semblent pouvoir être ainsi résumés: 1° rapidité et simplicité de la combustion; 2° facilité de se procurer partout le principe comburant, l'eau distillée; enfin, on n'a d'autre influence décomposante que celle de la chaleur, l'eau n'atteint jamais que les principes organiques.

Détermination des sels et de la densité des urines normales chez l'adulte.

» M. Lecanu et M. Becquerel n'ont expérimenté que sur l'urine des vingt-quatre heures; il restait à déterminer le contingent salin qu'apporte à cette moyenne générale l'urine, après avoir subi l'action de ses modificateurs principaux, le sommeil, le repas, les boissons. C'est ainsi que j'ai observé, suivant la division des anciens, sans toutefois négliger l'urine des vingt-quatre heures.

» La recherche de la densité offrait de l'intérêt, tant à cause des rapports qu'on pouvait lui trouver avec les sels, qu'au point de vue de l'exactitude de sa détermination. C'était ici le cas d'appliquer l'appareil si précis de

M. Regnault. Il m'a permis de comparer toutes mes densités entre elles et à celles des autres, prises à une température parfaitement connue. J'ai toujours placé à côté du poids de l'urine le chiffre de sa densité, celui des sels renfermés dans l'émission et celui de ces mêmes sels rapportés à 1 000 parties.

Urines des vingt-quatre heures.

» L'urine qui m'a fourni les résultats suivants a été recueillie depuis le matin à l'heure du lever, jusqu'au lendemain à la même heure exclusivement.

Résultats de vingt-quatre expériences.

	Quantité d'urine émise.	Densité.	Sels renfermés dans l'urine émise.	Sels rapportés à 1 000 parties.
Moyennes. . .	1034,375	1,0256	14,854	13,024
Maximum. . .	1590	1,0347	23,636	18,055
Minimum. . .	685	1,0176	6,993	8,161

» Si la densité que nous donnons est plus élevée que celle qu'a indiquée M. Becquerel, il faut l'attribuer à la basse température à laquelle nous l'avons prise. L'élévation de notre chiffre pour les sels est dû probablement, d'une part, à l'âge et au sexe des individus qui m'ont fourni leurs urines, et, d'autre part, surtout au moyen de combustion dont je me suis servi.

Urines du repas.

» J'ai recueilli l'urine de la première émission qui a eu lieu après le repas. Voici les résultats de vingt-quatre analyses :

	Quantité d'urine émise.	Densité.	Sels renfermés dans l'urine émise.	Sels rapportés à 1 000 parties.
Moyennes. . .	273,5	1,0271	4,640	16,394
Maximum. . .	424	1,0379	10,658	21,370
Minimum. . .	137	1,0210	2,126	11,190

Urines du matin (urines sanguines).

» Considérant comme urine du sang toute celle qui est sécrétée en dehors des influences de l'alimentation, j'ai recueilli celle qui était émise depuis le moment du réveil jusqu'au repas du matin exclusivement.

Résultats de vingt-cinq analyses.

	Quantité d'urine émise.	Densité.	Sels renfermés dans l'urine émise.	Sels rapportés à 1 000 parties.
Moyennes. . .	447,96	1,0227	4,201	9,332
Maximum. . .	686	1,0350	10,079	19,102
Minimum. . .	274	1,0147	1,227	3,580

Urines des boissons.

» Les sels varient suivant la quantité de liquide ingéré, le moment où il est ingéré (avant ou après le repas) et l'énergie des sécrétions de l'individu. Je me borne à donner le maximum et le minimum de cinq expériences.

	Quantité d'urine émise.	Densité.	Sels renfermés dans l'urine émise.	Sels rapportés à 1 000 parties.
Maximum. . .	672	1,0121	14,203	21,137
Minimum. . .	523	1,0070	1,288	2,463

» Si l'on envisage maintenant tous mes résultats d'une manière générale, on voit que : 1° l'urine du repas est plus dense et plus chargée de sels que celle du matin ; 2° les principes inorganiques sont en raison directe de la quantité de sels introduits avec les aliments ; 3° les sels sont d'autant plus abondants dans l'urine du sang qu'ils sont en plus grande quantité dans l'urine du repas (la nature même de mes expériences et celles que j'ai faites sur moi-même m'ont démontré ces faits) ; 4° il n'existe pas de rapports entre les sels et la densité.

» J'ai recherché le rapport qui pouvait exister entre les sels, la densité et les matières organiques. Pour cela, j'ai évaporé une certaine quantité d'urine à une douce chaleur. Avant qu'elle eût perdu $\frac{1}{10}$ de son eau, celle-ci avait pour densité 1,0019 (c'est la moyenne de trois expériences). On a donc des pertes considérables. L'évaporation au-dessus de l'acide sulfurique se fait trop lentement, elle n'a pu être employée. Pour diminuer autant que possible les chances d'erreurs, nous avons fait usage de ce moyen quand l'urine était presque privée de son eau. Quatre expériences faites avec soin ne nous ont permis de constater aucun rapport satisfaisant entre les sels, la densité et les matières organiques. »

PHYSIQUE. — *Note sur le soufre; par* M. **Daguin.**

« J'ai eu occasion, en m'occupant des effets de la trempe sur les corps solides, d'étudier les propriétés que présente le soufre lorsqu'on le verse dans

l'eau froide à une température voisine de son point d'ébullition. M. Dumas a remarqué, le premier (*Annales de Chimie et de Physique*, tome XXXVI), les modifications singulières de structure que le soufre éprouve dans cette opération. Il devient alors mou, flexible, transparent, élastique, peut être tiré en longs fils, et possède une densité plus grande que dans l'état ordinaire, et qui peut aller jusqu'à 2,32 (Berzelius, *Traité de Chimie*, tome I, page 250). Cet état du soufre est passager; car, au bout de vingt-quatre à trente heures, quelquefois de deux ou trois jours, s'il fait froid, il a repris ses propriétés ordinaires.

» M. Regnault a annoncé, dans son remarquable travail sur les chaleurs spécifiques des corps solides, que le soufre mou, chauffé à 98 degrés dans une étuve, monte rapidement à cette température, la dépasse et s'élève jusqu'à 110 degrés, pour retomber ensuite à 98 degrés. Ce soufre, en même temps, est devenu cassant, et le voisinage du point de fusion l'a fait s'affaiser sur lui-même, de manière que les différentes parties s'étaient, pour ainsi dire, soudées les unes aux autres (1). Le soufre mou renferme donc de la chaleur latente de fusion, qu'il abandonne en devenant cassant, et qui devient appréciable quand l'élévation de température, en favorisant le déplacement des molécules, accélère suffisamment la transformation qu'il peut éprouver. J'ajouterai à ces faits, si remarquables, les résultats de quelques expériences.

» *Première expérience.* — Du soufre, porté à une température très-voisine de son point d'ébullition, fut jeté dans l'eau froide, d'assez près pour être obtenu en gros cordons mous. La surface de ces cordons était plissée transversalement. En coupant ces cordons transparents et couleur de verre de bouteille, la section se montra lisse et d'aspect résineux; mais, au bout de quelques heures, elle devint opaque, en commençant par les points les plus rapprochés de l'axe, et, en faisant alors de nouvelles sections, elles présentèrent le même résultat. Il faut remarquer aussi qu'il reste extérieurement une pellicule mince, qui est très-longtemps à se transformer. C'est, sans doute, la couche qui a été la première solidifiée, et dont la mauvaise conductibilité a préservé les parties centrales d'un refroidissement aussi rapide.

---

(1) Ce ramollissement du soufre mou a aussi été reconnu par M. Wöhler (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome V, page 268), qui regarde comme probable que le soufre mou éprouve un commencement de liquéfaction entre 90 et 100 degrés, tandis que le soufre ordinaire fond à 111 degrés, sans ramollissement préalable.

» On voit donc que le soufre mou passe à l'état ordinaire en commençant par les parties intérieures, ce qui est l'inverse de ce qui a lieu pour l'acide arsénieux vitreux.

» Les rides transversales, qui recouvrent les cordons mous lorsqu'ils sont assez gros, se montrent encore après que toute la masse est devenue cassante, et s'expliquent en remarquant que la surface s'est solidifiée la première en se moulant sur le soufre intérieur encore liquide; celui-ci, se solidifiant ensuite, diminue de volume, ce qui force la couche extérieure à se rapprocher, en se plissant, en vertu de sa flexibilité. C'est cette couche qui subsiste si longtemps après que les parties centrales sont devenues cassantes.

» *Deuxième expérience.* — Quelques portions du même soufre mou, portées au soleil, sont devenues rapidement jaunes et opaques dans les parties exposées directement à sa lumière, tandis que les parties situées en dessous conservaient leur mollesse et leur couleur brune. Je ne pense pas que la chaleur seule du soleil puisse expliquer complétement cette différence, car du soufre mou ayant été placé sur une feuille de tôle ou sur une ardoise exposée au soleil, c'est-à-dire sur un support devenu brûlant, la même différence a été observée, quoique les parties inférieures dussent être fortement échauffées par le contact de la surface sur laquelle elles s'appuyaient.

» Faudrait-il attribuer l'effet produit à la lumière en même temps qu'à la chaleur du soleil? ne pourrait-il pas se faire aussi que les rayons de chaleur de nature différente envoyés par le support et directement par le soleil produisissent des effets différents?

» Au bout d'une heure le tout était devenu cassant, tandis que d'autres parties du même soufre mou, restées à l'ombre, n'avaient pas changé sensiblement d'état.

» *Troisième expérience.* — Du soufre ordinaire fut jeté dans l'eau bouillante, un faible craquement accompagna son immersion, et le fragment retiré et refroidi était tellement friable et d'une si faible tenacité, qu'on ne pouvait le toucher sans le faire tomber, pour ainsi dire, en poussière.

» Cet effet doit être attribué à la mauvaise conductibilité du soufre pour la chaleur; car, en plaçant un morceau de soufre ordinaire dans l'eau froide qu'on porte peu à peu à l'ébullition, il n'y a aucun effet apparent produit.

» Du soufre mou étant plongé dans l'eau bouillante devient entièrement mou et visqueux, de manière que les parties se soudent les unes aux autres; retiré de l'eau au bout de quelques minutes et tiré en longueur, il se sépare

en se déchirant irrégulièrement, et les surfaces de séparation se montrent recouvertes de granulations jaunes qui, vues au microscope, n'ont présenté aucune forme régulière.

» *Quatrième expérience.* — Abandonné dans l'eau bouillante pendant environ dix minutes, le soufre mou est devenu très-friable et sans tenacité, tant qu'il est resté chaud; refroidi peu à peu à l'air, il est devenu très-dur et très-tenace. Cette transformation rapide produite par l'eau bouillante est bien d'accord avec le résultat de l'expérience de M. Regnault, dans laquelle le soufre mou, porté à 98 degrés, s'est transformé rapidement en soufre cassant.

» *Cinquième expérience.* — Le soufre mou ayant été plongé dans l'eau bouillante, retiré pendant qu'il est encore très-mou et pétri entre les doigts, a durci à vue d'œil en se remplissant de granulations jaunes, qui, au bout de quelques secondes, ont envahi toutes les parties de la masse, qui est devenue très-dure et très-difficile à casser. Des portions de ce soufre retirées de l'eau bouillante, ayant été abandonnées à elles-mêmes, ont conservé leur flexibilité pendant une demi-heure ou une heure, suivant la durée de leur séjour dans l'eau bouillante.

» Ayant remarqué plusieurs fois que le soufre mou devenait cassant en moins de deux heures, dans une salle de cours, où la température ne pouvait manquer de varier notablement d'un instant à l'autre, surtout pendant l'hiver, j'ai été porté à croire que les variations de température pouvaient être la cause de cette accélération dans les déplacements moléculaires. J'ai donc essayé d'obtenir du soufre mou, en versant le soufre visqueux dans l'eau bouillante, afin de le maintenir ensuite à cette température constante pour voir s'il se transformerait aussi vite que lorsqu'on l'y porte quand il est froid, et pour chercher si les effets de la trempe seraient bien différents de ceux qui se produisent dans l'eau froide; mais, en versant le soufre fondu dans l'eau bouillante, la vaporisation tumultueuse qui se produit au contact du soufre, qui est bien au-dessus de 100 degrés, fait qu'on n'obtient que des parcelles de soufre assez petites, qui sont un mélange de soufre cassant et de quelques lambeaux de soufre mou. Alors j'ai cherché à maintenir le soufre mou, obtenu dans l'eau froide, à une température aussi constante que possible, pour voir si sa transformation serait ralentie.

» *Sixième expérience* — Du soufre mou, obtenu au moyen de soufre fondu à une température voisine du point d'ébullition, coulé dans l'eau à 11 degrés, a été descendu au fond d'un puits dont la température a varié, pendant

l'expérience, de 9 à 10 degrés (1). Le onzième jour le soufre était encore mou et flexible, surtout dans les parties les plus fines. Le huitième jour, un cordon de soufre, ayant à peu près 1 millimètre de diamètre et 1 centimètre de largeur, a pu s'allonger, sans se rompre, jusqu'à prendre une dimension dix fois plus grande. Du reste, les fils les plus fins sont ceux dont la transformation est la plus lente, ce qui se conçoit facilement, car ce sont ceux qui ont subi le plus complétement l'action de la trempe.

» *Septième expérience.* — Deux échantillons de soufre mou ont été placés dans un caveau, dont la température ne varie pas sensiblement pendant la même saison; ce soufre était encore mou et flexible le neuvième jour : la température du caveau était de 11 degrés.

» En faisant séjourner le soufre mou dans la glace fondante, il est probable qu'il ne se transformerait qu'avec beaucoup plus de lenteur, la température étant bien plus constante que celle avec laquelle j'ai pu opérer. De plus, elle serait plus basse de 10 degrés, ce qui retarderait encore la transformation.

» Je crois pouvoir conclure des expériences qui précèdent, que :

» 1°. La transformation du soufre mou en soufre cassant peut être accélérée par la chaleur (expérience de M. Regnault et quatrième expérience);

» 2°. Peut-être par la lumière solaire (deuxième expérience);

» 3°. Par les actions mécaniques sous l'influence d'une température voisine de 100 degrés (cinquième expérience): du soufre mou ayant été fortement martelé à froid, pendant quelques minutes, n'a pas sensiblement changé d'état;

» 4°. En maintenant du soufre à une température constante, on retarde beaucoup sa transformation (sixième et septième expérience);

» 5°. Quand le soufre passe de l'état mou à l'état ordinaire, la transformation commence par les parties intérieures (première expérience).

» J'ajouterai, comme résultat d'expériences faites sur du soufre coulé à différentes températures, que celui qui a été obtenu à la température la plus rapprochée du point d'ébullition est aussi celui qui se transforme le plus lentement. Ainsi, du soufre mou obtenu au moyen de soufre fondu coulé à 260 degrés, se transforme plus vite que celui qui a été coulé à 400 degrés. »

---

(1) Ce puits, dans lequel le niveau de l'eau n'est qu'à 3 mètres environ au-dessous de la surface du sol, est alimenté par les infiltrations d'une couche de sable. Les variations de température s'expliquent par des pluies abondantes survenues pendant le cours de l'expérience.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Notice sur la désinfection des matières fécales par le sulfate de fer, et sur leur emploi comme engrais liquide; par* M. SCHATTENMANN.

« L'auteur, en réponse à M. *Siret*, propose, plus que jamais, l'emploi du *sulfate de fer seul* pour désinfecter les matières des fosses d'aisances. Ces matières devant être employées comme engrais, M. Schattenmann ne veut pas qu'on y ajoute de chaux qui, décomposant le sulfate d'ammoniaque, en expulse le principe utile, l'*ammoniaque*.

Enfin, il donne quelques détails sur l'emploi de ces matières ainsi désinfectées.

« 2 litres de matières fécales, saturées par le sulfate de fer, de 2 degrés de force, d'après l'aréomètre ou le pèse-sels de Baumé, suffisent pour fumer 1 mètre carré ou 1 centiare de pré, et la moitié, ou 1 litre seulement, pour 1 mètre carré de froment, d'orge ou d'avoine.

» En en mettant davantage sur les céréales, leur végétation est trop forte, et elles versent et donnent plus de paille et moins de grains.

» Les matières fécales désinfectées peuvent être employées avec avantage pour fumer les plantes potagères, le chanvre, le tabac et le lin, mais elles ne produisent point d'effet sur le trèfle et la luzerne, sur lesquels l'ammoniaque n'a pas d'action.

» Il faut cependant ne pas les répandre en trop grande quantité; car, employées à l'excès, elles détruisent les végétaux.

» Lorsque les matières fécales sont trop substantielles, ce qu'indiquent les degrés marqués par l'aréomètre, on peut les étendre d'eau ou en répandre une moindre quantité, comme aussi on peut employer une quantité plus grande lorsque leur force est au-dessous de 2 degrés.

» La richesse des matières fécales en ammoniaque est variable selon la nourriture des hommes qui les produisent, et souvent aussi parce qu'on y verse de l'eau; il faut ainsi proportionner la quantité de sulfate de fer que l'on emploie à la quantité d'ammoniaque que contiennent ces matières. Ordinairement, 2 ou 3 kilogrammes de sulfate de fer suffisent pour saturer 100 litres de matières fécales. On peut facilement reconnaître leur saturation, en mettant une goutte de cette matière sur une feuille de papier blanc, et en y passant avec un brin trempé dans une dissolution de prussiate de potasse rouge; car, dès qu'il y a un excès de sulfate de fer, il se forme du bleu de Prusse, et c'est un signe certain que la matière est saturée, et qu'il y a

un excès de sulfate de fer qui, loin d'être nuisible, est même favorable à la végétation lorsqu'il est employé en petite quantité.

» Le sulfate de fer est facilement soluble dans l'eau, et 1 kilogramme de ce sel fond en moins d'une heure dans 1 litre d'eau froide, et donne une lessive de 25 degrés. La même quantité de sulfate de fer peut être fondue en dix minutes dans 1 litre d'eau chaude, et donne une lessive de 30 degrés. Il faut cependant remuer le sulfate de fer mis dans l'eau, ou l'y suspendre dans un panier que l'on secoue de temps en temps; sans cela, ce sel reste en grande partie au fond sans se dissoudre.

» Le sulfate de fer fondu est versé dans la fosse d'aisances par l'ouverture qui sert à la vider, et l'on remue les matières avec un ringard formé d'une perche de bois au bout de laquelle on fixe une planche d'environ 50 centimètres de longueur et de 20 centimètres de largeur, afin de faire pénétrer partout la liqueur désinfectante. En enfonçant le ringard dans la matière, et en lui imprimant ensuite un mouvement précipité en arrière, toute la masse liquide est mise en mouvement. A mesure que la désinfection s'opère, l'odeur disparaît, et, lorsqu'elle est complète, les matières fécales sont un liquide noirâtre qui n'a plus aucune odeur incommode.

» Après la vidange des fosses d'aisances, on peut y mettre une dissolution de sulfate de fer pour désinfecter les matières fécales qui y arriveront plus tard, ou bien y verser successivement de cette liqueur pour saturer ces matières, et empêcher les émanations d'ammoniaque et de gaz. Les courants d'air qu'on établissait généralement pour évacuer ces émanations ne sont plus nécessaires lorsqu'on désinfecte les matières fécales; on peut ainsi les supprimer, et éviter les incommodités qu'ils causent ordinairement. Il convient de ne pas jeter, selon l'usage de quelques maisons, de débris végétaux et d'autres ordures dans la fosse d'aisances, afin d'éviter les émanations incommodes qui en résultent, et de ne pas embarrasser, par des matières solides, la vidange et l'emploi de matières fécales. »

CHIMIE. — *Nouvel acide organique trouvé dans un bézoard oriental.* (Extrait d'une Lettre de M. **Wohler** à M. *Dumas*.)

« ... Je suis occupé de recherches sur un corps organique très-remarquable; c'est la matière qui constitue les bézoards orientaux, entièrement différente de l'acide lithofellique; c'est un acide cristallisé, insoluble dans l'eau : sa composition est représentée par $H^2O + C^{14}H^4O^7$. La dissolution du sel potassique dans l'hydrate de potasse, qui a une couleur jaune très-

foncée, absorbe instantanément l'oxygène de l'air et dépose alors des cristaux d'une couleur noire bleuâtre, qui sont $= KO + C^{12}H^{4}O^{7}$.

» C'est surtout au point de vue physiologique que cet acide bézoardique me paraît avoir de l'intérêt; car, ou bien il est un produit de la bile des animaux desquels proviennent les bézoards, ou bien il est un produit immédiat de la nourriture de ces animaux. »

M. **Garcin de Tassy**, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, transmet un numéro de la *Gazette officielle de Bogota* (Amérique du Sud), où se trouve une circulaire du ministre de l'Intérieur de la Nouvelle-Grenade aux gouverneurs des provinces, concernant l'*efficacité des pilules de baume de copahu pour la guérison du goître.*

M. *Velpeau* est invité à prendre connaissance de cette pièce.

L'Académie accepte le dépôt de trois *paquets cachetés* adressés par M. **Douhet**, M. **Gorini** et M. **Guillemin**.

La séance est levée à 5 heures et demie. F.

ERRATA. (Séance du 26 mai 1845.)

Page 1574, ligne 9, *au lieu de* Émile Barry, *lisez* Émile Bary.
Page 1574, ligne 24, *après* centésimaux, *ajoutez* à partir de 100 degrés.
Page 1575, ligne 9, *au lieu de* 9,00239202, *lisez* 0,00239202.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 21; in-4°.

Chambre des Députés. — Session de 1845. — *Rapport fait au nom de la Commission chargée de l'examen du projet de loi tendant à accorder une pension annuelle et viagère à* M. VICAT, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; *par* M. ARAGO, député des Pyrénées-Orientales. — *Séance du* 6 *mai* 1845.

Annales des Sciences naturelles; par MM. MILNE EDWARDS, AD. BRONGNIART *et* DECAISNE; avril 1845; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome X, n° 16; 31 mai 1845; in-8°.

Études anatomiques et physiologiques sur les Insectes Diptères de la famille des Pupipares; par M. LÉON DUFOUR; brochure in-8°.

Mémoire sur deux genres nouveaux de monstres célosoniens que l'auteur propose de désigner sous les noms de Chélonisome et de Streptosome; par M. JOLY; brochure in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse.*)

Note sur une nouvelle espèce d'animalcule infusoire (Monas sulphuraria), *etc.; par* MM. FONTAN *et* JOLY. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse.*) In-8°.

Manuel de Physiologie; par M. J. MULLER, *traduit de l'allemand sur la* 4e *édition* (1844), *par* M. A.-J.-L. JOURDAN; 5e livraison. Paris, 1845; in-8°.

Des annexes du fœtus dans les principales espèces d'animaux domestiques; par M. F. LECOQ. Lyon, 1845; brochure in-8°.

Mémoire sur le traitement des Plaies succédant à l'extirpation du sein et de l'aisselle au moyen de la suture entortillée; par M. le docteur ALEX. COLSON (*de Noyon*). Paris, 1845; brochure in-8°. (Cet ouvrage est adressé pour le concours Montyon.)

Essai sur les principes fondamentaux de l'Analyse transcendante, suivi des Éléments du Calcul différentiel résumés à un point de vue purement algébrique; par M. E. LEMARLE. Liége, 1845; brochure in-8°.

Types de chaque Famille et des principaux genres des Plantes croissant spontanément en France; par M. PLÉE; 19e livraison; in-4°.

Revue zoologique, par la Société Cuvierienne; tome V; mai 1845; in-8°.

Grammaire grecque élémentaire et systématique à l'usage des écoles; par M. MARCELLA; 1845; brochure in-8°.

Encyclographie médicale; par M. LARTIGUE ; mai 1845; in-8°.

Philosophie primitive; par M. DEMONVILLE ; brochure in-8°; 1845.

Journal de Médecine vétérinaire, publié à l'école de Lyon; mars et avril; 1845 ; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie, etc.; juin 1845; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; mai 1845; in-8°.

Journal des Connaissances utiles; mai 1845; in-8°.

Résumé succinct des moyens invoqués devant les tribunaux par M. F.-V. RASPAIL, *contre* M. LAVAVASSEUR, libraire; $\frac{1}{4}$ feuille in-8°.

Plantæ cellulares quas in insulis Philippinensibus, a CL. CUMING *collectas, recensuit* C. MONTAGNE; brochure in-8°.

Decades of fungi; par MM. MONTAGNE *et* BERKELEY ; in-8°.

COSTA. Frammenti... *Fragments d'Anatomie comparée; par* M. COSTA. *Fascicule Ier. Histoire et anatomie du* Branchiostoma lubricum (Amphioxus lanceolatus, Yarell). In-folio.

De animalium crustaceorum generatione. Commentatio quam scripsit doctor H. RATHKE. Regiomontii, 1844; in-4°.

The Transactions... *Transactions de l'Académie royale d'Irlande.* XXe vol. Dublin, 1845; in-4°.

An Address... *Rapport sur les espèces détruites de Mammifères de l'Australie, et sur la distribution géographique en général des Mammifères de la période pliocène et post-pliocène; par* M. OWEN. Londres, 1845; in-8°.

The medical Times; n° 297.

An Address... *Discours sur les progrès récents des recherches géologiques dans les États-Unis, prononcé par* M. H. ROGERS, *à la* 5e *réunion annuelle de l'Association des géologues et naturalistes américains, tenue à Washington en mai* 1844. Philadelphie, 1844; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 62 à 64.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 22; in-4°.

L'Écho du Monde savant; nos 39 et 40; in-4°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — MAI 1845.

JOURS du MOIS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	MAXIMA.	MINIMA.		
1	760,12	+15,3		759,39	+18,6		758,25	+18,2		757,24	+15,4		+20,2	+12,8	Éclaircies	S. O.
2	756,94	+14,0		756,99	+13,0		756,55	+14,1		758,72	+ 8,5		+14,0	+12,2	Pluie	S.
3	759,79	+11,3		759,34	+13,3		758,33	+14,7		757,87	+ 9,8		+14,9	+ 7,3	Quelques éclaircies	O.
4	754,81	+10,8		754,01	+12,7		752,81	+13,8		751,72	+ 8,4		+14,7	+ 7,5	Nuageux	O. N. O.
5	752,82	+ 8,8		753,00	+10,8		752,59	+11,3		752,44	+ 8,5		+12,0	+ 6,0	Très-nuageux	O. N. O.
6	752,38	+ 8,4		751,90	+ 9,9		750,38	+12,3		749,21	+ 7,2		+13,0	+ 5,8	Très-nuageux	N. O.
7	746,78	+ 7,7		746,20	+11,7		746,26	+ 9,6		747,22	+ 5,9		+12,3	+ 5,1	Quelques éclaircies	S. O.
8	747,25	+ 7,6		746,28	+11,5		746,06	+ 7,1		746,11	+ 6,9		+13,0	+ 3,5	Couvert	S. O.
9	745,23	+ 9,6		745,06	+10,1		744,42	+10,0		744,87	+ 7,1		+12,0	+ 5,8	Pluie	S. S. O.
10	744,08	+11,0		743,66	+11,6		742,92	+11,1		744,19	+ 6,3		+12,1	+ 4,5	Quelques éclaircies	S.
11	749,32	+11,6		750,90	+13,3		751,84	+14,0		754,61	+ 9,2		+15,0	+ 5,0	Très-nuageux	E. N. E.
12	754,48	+12,2		753,32	+11,4		752,30	+11,9		753,87	+ 7,8		+13,0	+ 6,1	Couvert	S. O.
13	757,47	+10,8		757,73	+12,7		757,97	+13,2		759,57	+ 8,7		+13,9	+ 6,5	Très-nuageux	N. N. O.
14	759,12	+ 7,9		759,38	+11,0		759,13	+14,5		761,34	+10,0		+14,8	+ 6,8	Pluie	N. N. E.
15	762,78	+ 7,5		762,49	+ 9,8		761,88	+12,9		761,92	+11,3		+13,4	+ 6,2	Couvert	N. N. O.
16	762,43	+ 9,2		762,30	+11,6		762,07	+12,4		762,52	+10,8		+12,9	+ 7,2	Couvert	N. fort.
17	759,56	+13,2		758,84	+14,6		758,53	+12,6		758,48	+10,4		+14,9	+ 7,2	Couvert	O. N. O.
18	757,63	+ 7,8		756,57	+ 9,8		755,26	+10,9		753,06	+ 8,3		+11,7	+ 5,9	Quelques éclaircies	N. N. O.
19	751,33	+10,4		751,08	+11,8		750,32	+12,5		751,27	+ 8,6		+13,0	+ 7,6	Couvert	N. N. O.
20	751,84	+ 8,8		751,81	+10,8		751,47	+11,3		752,33	+ 7,9		+12,3	+ 6,2	Très-nuageux	N O.
21	750,45	+10,9		749,71	+ 9,0		748,19	+10,9		746,64	+ 7,1		+12,4	+ 3,8	Pluie par moments	O. S. O.
22	743,79	+ 9,5		745,60	+ 8,9		746,84	+ 8,1		749,14	+ 7,9		+10,1	+ 6,3	Couvert	O. N. O.
23	751,46	+10,8		751,63	+11,2		753,18	+ 7,9		754,13	+ 7,3		+12,0	+ 7,2	Couvert	O. N. O.
24	755,81	+13,7		754,11	+16,0		753,30	+16,6		754,36	+ 9,4		+17,1	+ 5,0	Très-nuageux	O. S. O.
25	752,18	+13,8		750,65	+17,8		749,46	+18,3		749,48	+12,2		+18,8	+ 7,5	Nuageux	O. S. O.
26	748,83	+15,4		748,45	+16,7		747,94	+17,4		748,62	+14,4		+18,9	+ 6,9	Nuageux	O.
27	748,37	+17,8		747,93	+19,9		746,69	+21,9		748,33	+14,5		+22,3	+10,1	Couvert	E.
28	750,50	+18,5		750,08	+20,5		748,86	+20,8		748,47	+16,1		+22,5	+10,5	Couvert	S. E.
29	746,91	+15,5		746,60	+16,1		745,84	+17,2		745,75	+14,0		+17,9	+13,5	Pluie	O. N. O.
30	749,01	+11,3		750,35	+12,4		752,13	+13,0		756,57	+10,8		+13,2	+11,0	Couvert	O. N. O.
31	761,81	+13,8		761,91	+17,9		761,63	+18,5		761,95	+14,6		+19,0	+ 8,2	Quelques nuages	N. O.
1	752,02	+10,5		751,58	+12,3		750,86	+12,2		750,96	+ 8,4		+13,8	+ 7,0	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centimètres.
2	756,60	+ 9,9		756,44	+11,7		756,08	+12,6		756,90	+ 9,3		+13,5	+ 6,5	... Moy. du 11 au 20	Cour.. 5,759
3	750,83	+13,8		750,63	+15,1		750,37	+15,5		751,22	+11,6		+16,7	+ 8,2	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 5,187
	753,07	+11,5		752,81	+13,1		752,37	+13,5		752,97	+ 9,8		+14,8	+ 7,2	... Moyenne du mois......	+11°,0